



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA
Y LETRAS

Colegio de Geografía

ESTUDIO DEL CLIMA Y SU IMPORTANCIA
PARA DEFINIR LA INICIACION Y
TERMINACION DE LA ZAFRA DEL INGENIO
SAN CRISTOBAL, VER.



TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Licenciado en Geografía
PRESENTA

Jorge Limbano Moreno Villatoro

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

- 1984 -



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PAG.
AGRADECIMIENTOS	I
INTRODUCCION	II
TECNICAS DE INVESTIGACION	VI
CAPITULO 1. ANTECEDENTES HISTORICOS DEL INGENIO SAN CRISTOBAL.	1
1.1. Origen, 1896-1908.	1
1.2. Crecimiento, 1917-1952.	1
1.3. Desarrollo, 1960-1970.	2
1.4. Situación actual, 1970-1983.	3
CAPITULO 2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA.	5
2.1. Localización de la zona.	5
2.2. Localización e información disponible de las estaciones meteorológicas.	7
2.3. Factores atmosféricos.	7
2.4. Factores continentales.	12
2.5. Efectos resultantes.	12
CAPITULO 3. ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA.	17
3.1. Temperatura.	17
3.1.1. Temperatura máxima.	20
3.1.2. Temperatura mínima.	20
3.1.3. Temperatura media.	21
3.1.4. Temperatura media regional.	21
3.2. Precipitación.	24
3.2.1. Precipitación media mensual y anual.	29
3.2.2. Precipitación media regional	30

3.2.3.	Probabilidad de la precipitación al 50%.	34
3.2.4.	Precipitación aprovechable al 75%.	36
3.2.5.	Factores que afectan la variabilidad de la precipitación.	37
3.3.	Evaporación media mensual y anual.	38
3.4.	Otros fenómenos meteorológicos.	40
3.4.1.	Nubosidad.	40
3.4.2.	Vientos.	41
3.4.3.	Insolación.	43
3.4.4.	Humedad relativa.	44
3.5.	Clasificación del tipo clima.	47
CAPITULO 4.	ANALISIS DE LA PRECIPITACION DIARIA.	52
4.1.	Definición del período seco.	54
4.1.1.	Días secos durante el estiaje.	55
4.1.2.	Días con precipitación diaria de 0.1 mm a 10.0 mm.	55
4.1.3.	Días con precipitación diaria mayor de 10.0 mm.	55
4.1.4.	Días efectivos de zafra y tiempos perdidos.	56
4.1.5.	Alternativas de iniciación y terminación de la zafra.	58
4.1.6.	El clima y la importancia del período seco para la cosecha de la caña de azúcar.	71
CAPITULO 5.	METODOS DEL CALCULO DEL USO CONSUNTIVO.	73
5.1.	Método de Blanney-Criddle y la eficiencia del temporal.	74

5.2. Método de C. W. Thornthwaite.	83
5.3. Relación de la precipitación, evaporación y evapotranspiración potencial.	85
5.4. Microclimatología de la caña de azúcar.	91
CAPITULO 6. VARIEDADES EN CULTIVO Y COSECHA DE LA CAÑA DE AZUCAR.	93
6.1. Cultivo de la caña de azúcar.	94
6.2. Censo de variedades de caña de azúcar.	94
6.3. Plagas y enfermedades.	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	100
ANEXO DE CUADROS.	108
BIBLIOGRAFIA.	148

RELACION DE GRAFICAS

GRAFICA	PAG.
1 Indices térmicos "media regional" y su relación con la caña de azúcar.	23
2 Indices pluviométricos "media regional" y su relación con la caña de azúcar.	32
3 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE, número de años en que se presenta y su probabilidad en un período de 25 años. (San Pedro Amatitlán).	61
4 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE, número de años en que se presenta y su probabilidad en un período de 28 años. (Cosamaloapan).	62
5 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE, número de años en que se presenta y su probabilidad en un período de 27 años. (Novillero).	63
6 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO, número de años en que se presenta y su probabilidad en un período de 26 años. (San Pedro Amatitlán).	65
7 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO, número de años en que se presenta y su probabilidad en un período 31 años. (Cosamaloapan).	66

GRAFICA	PAG.
8 Precipitación media diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO, número de años en que se presenta y su probabilidad en un periodo de 28 años. (Novillero).	67
9 Comportamiento de la temperatura, precipitación y evaporación media mensual en el uso consuntivo (Blanney-Criddle). (Novillero).	79
10 Comportamiento de la temperatura, precipitación y evaporación media mensual en el uso consuntivo (Blanney-Criddle). (Cosamaloapan).	80
11 Comportamiento de la temperatura, precipitación y evaporación media mensual en el uso consuntivo (Blanney-Criddle). (San Pedro Amatitlán).	81
12 Comportamiento de la temperatura, precipitación, evaporación media mensual en el uso consuntivo (Blanney-Criddle). Media regional.	82
13 Climograma de la estación San Pedro Amatitlán, según Thornthwaite.	87
14 Climograma de la estación Cosamaloapan, según Thornthwaite.	88
15 Climograma de la estación Novillero, según Thornthwaite.	89

RELACION DE MAPAS

M A P A		PAG.
1	Regiones Cañeras de México, 1980.	6
2	Localización de la zona de estudio del ingenio San Cristóbal, Ver.	8
3	Plano de las Provincias Fisiográficas de la República Mexicana (RAISZ-1959).	9
4	Localización de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio del ingenio San Cristóbal, Ver.	10
5	Climas de la zona de estudio del ingenio San Cristóbal, Ver.	50

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi agradecimiento a la Dra. Laura E. Maderey Rascón, asesora de la presente tesis y quien ha inculcado en mí el interés por seguir adelante en el basto y poco conocido campo de la Climatología Aplicada. A los sinodales, Mtro. Juan C. Gómez Rojas, a la Lic. Ma. de Lourdes Godínez Calderón, a la Lic. Graciela Pérez Villegas y al Lic. Jaime Márquez Huítzil por sus sugerencias, atenciones e interés que me demostraron en la revisión de la tesis.

A todas las personas que de alguna u otra manera me brindaron aliento en mis momentos difíciles para seguir adelante y que me apoyaron para hacer posible la realización de este trabajo, para todos ellos mi mejor testimonio de reconocimiento. A mis compañeros de generación y amigos con quienes he tenido la ocasión de discutir y disernir el enorme campo que tiene a desarrollar la GEOGRAFIA, sobre todo dinámica y moderna en los países subdesarrollados, como lo es nuestro país, les manifiesto mi permanente solidaridad.

A la industria azucarera y compañeros de trabajo, en especial al Ing. Rubén Saucedo Portales por haberme dado la oportunidad de investigar y ampliar mis conocimientos, de lo mucho que hay que aprender de la caña de azúcar, a todos ellos gracias.

INTRODUCCION

La industria azucarera es una actividad intensiva y es tacional que no está bien definida desde el punto de vista de la Climatología Aplicada. Fenómenos como: heladas, se-
quías, lluvias intensas, enfermedades y plagas, etcétera li mitan el volumen de la producción nacional, regional y par-
ticular de cada ingenio. Es en sí la irregularidad de los fenómenos meteorológicos los que provocan que la producción pierda efectividad.

Otros fenómenos que han propiciado desequilibrios entre la producción y el consumo, es la deficiente operación de los ingenios. A nivel medio nacional la producción, hasta la zafra de 1980 se había aumentado en más del 2% y los tiempos perdidos en un 5%. Este último concepto ha avanzado en forma continua, ya que en la zafra de 1971 se reportaron 69 746 horas y 49 minutos de tiempos perdidos, mientras que en la zafra de 1981 se tuvo un total de 108 776 horas con 47 minutos; es decir, 56% más de tiempos perdidos y una pro ducción disminuida en 1.1%.

Por otra parte, el consumo nacional de azúcar ha crecido de 1965-1982 a una tasa anual promedio de 5.2% y la producción en 2.1%. Dicho consumo supera en más de dos veces la tasa de crecimiento demográfico del país, que es de 2.4% (CONAPO, octubre de 1983). La diferencia de estos ritmos de crecimiento, en especial la producción, plantea la necesidad de conjuntar esfuerzos entre todos los especialistas y técnicos de la caña de azúcar para elaborar estrategias a fin de corregir el desequilibrio que experimenta hoy en día el sector azucarero.

Si se observan los reportes de las estadísticas azucareras, se notará que la región donde se localiza el ingenio San Cristóbal y en donde se ubican 6 unidades más, no ha prosperado en rendimientos de campo y fábrica en los últimos 12 años, excepto las nuevas instalaciones de los ingenios "Tres Valles" y "Adolfo López Mateos" de reciente creación. Como se podrá observar en los cuadros números 1 y 2 del anexo de los mismos, las características agroindustriales de la región cañera del Papaloapan en las dos penúltimas zafras, es decir, 1980-1981 y 1981-1982, los rendimientos de campo y fábrica siguen siendo bajos en comparación con los rendimientos a nivel medio nacional, que ha sido para las mismas zafras de 69.9 y 64.0 toneladas por hectárea en rendimiento de campo, y de 8.4 y 8.3% en fábrica.

De los siete ingenios que se ubican en dicha región, el ingenio San Cristóbal ocupó el 6° lugar en rendimientos, el de fábrica con 6.5% y 6.41% en las zafras 1980-1981 y 1981-1982; y el 4° lugar para la zafra 1980-1981 en rendimientos de campo con 57.3 toneladas por hectárea, y bajó al 5° lugar durante la zafra 1981-1982 con 54.3 toneladas por hectárea. Únicamente los ingenios "Adolfo López Mateos", "San Pedro" y "San Francisco El Naranjal" obtuvieron en rendimientos de fábrica el 8.4% en la zafra 1980-1981 el primero, y los dos últimos en la zafra 1981-1982 el 8.3% y 8.2% respectivamente. Esto significa que ingenios con menor superficie de cultivo han obtenido más azúcar que el ingenio San Cristóbal, el cual dispone de mayor superficie. Excepto la última zafra de 1982-1983, ver cuadro número 3, en la cual las siete unidades fabriles mejoraron sus rendimientos tanto en campo como en fábrica, ocupando el ingenio San Cris

tóbal el tercer lugar en rendimientos de campo con 68.6 toneladas por hectárea, y el 7º lugar en fábrica con 7.85%.

Es conveniente mencionar que los siete ingenios de esta región, con excepción del ingenio "San Francisco El Naranjal", durante la última zafra 1982-1983 superaron su estimado de producción de azúcar desde un 33.3% hasta un 62.0%.

En el caso del ingenio San Cristóbal la duración de su zafra se ha reducido notablemente y se han incrementado sus tiempos perdidos, mientras que su producción de azúcar evoluciona desfavorablemente o en su defecto con mucha lentitud. Al considerarse dicho ingenio como el más grande del mundo en cuanto a área de abastecimiento, no quiere decir que sea el de mayor producción, sino por el contrario, es una unidad que presenta mermas en su producción por múltiples factores, algunos de ellos son: las enormes distancias que requiere el transporte de la materia prima, bajos rendimientos en fábrica por la pérdida de sacarosa en caña, incremento de tiempos perdidos por factores no climáticos, variación en el volumen de molienda diaria, días efectivos de zafra, etcétera. Si alguno de estos factores falla, la producción puede quedar muy por abajo de lo estimado.

Ante esta problemática surgió la idea de realizar un estudio netamente climatológico de la región que ocupa actualmente dicho ingenio, con el objeto de conocer hasta que grado influyen las condiciones climáticas para determinar las fechas de iniciación y terminación de la zafra y poder lograr así un incremento en su molienda, ya que muchas veces inician las labores de cosecha muy temprano o demasiado tarde, prolongándose hasta el período en que se inician las

abundantes lluvias de verano, trayendo como consecuencia pérdidas de tiempo laboral, tanto en fábrica como en campo.

TECNICAS DE INVESTIGACION

Pocas veces desde el punto de vista geográfico se tiene la oportunidad de evaluar la utilidad de un registro meteorológico para la explotación racional de un cultivo. Es un hecho ampliamente reconocido que las plantas nacen y se desarrollan bajo la acción directa de los elementos del clima.

Una misma especie vegetal puede desarrollarse bajo una gran variedad de climas. Otras especies vegetales son muy exclusivas de una región, es decir, de un clima particular. Es muy frecuente observar que aún cuando una cierta especie vegetal sea capaz de desarrollarse en una gran diversidad de climas, los efectos fisiológicos que la planta experimenta no son los mismos en cada uno de ellos. Es el caso de la caña de azúcar, cuya explotación comercial en México se reduce a una banda que va desde los 15° 22' a los 25° 43' de latitud N, así como una altitud que oscila de 0 a 1500 msnm, en donde predominan climas cálidos y algunas etapas fenológicas como la floración tienen lugar; pero para que la planta produzca semilla verdadera y fértil, se requieren condiciones muy especiales de humedad atmosférica, temperatura, precipitación, insolación, etcétera. Las que se encuentran en ambientes naturales muy limitados.

En general, aparte de la precipitación y temperatura, el efecto de los demás elementos y factores del clima sobre el desarrollo de las plantas ha sido poco estudiado, debido a que los investigadores desconocen los métodos más elementales de la Climatología Agrícola o Agroclimatología. La importancia de los métodos es evidente si consideramos que in

dependientemente del rendimiento de campo, la industria requiere, por regla general para obtener mejores rendimientos de fábrica, de determinadas condiciones fisiológicas de la materia prima proveniente del campo a la planta procesadora. En la medida que los métodos sean más generales, podrán aplicarse con algunas modificaciones a otros cultivos.

Metodología. En este estudio se trata de seguir un ordenamiento de cómo se debe codificar y cuantificar la información meteorológica, con el fin de poder realizar estudios de Climatología Aplicada a la agroindustria en general, y concretamente a la industria azucarera, ya que se ha podido observar que dicha información es trabajada frecuentemente en forma incompleta y muchas veces se desconocen los efectos que pueden producir estos fenómenos de carácter climático en la planta de la caña de azúcar; razón por la cual se deben realizar estudios netamente climatológicos con una aplicación concreta a corto y a largo plazo. Dichos estudios de Climatología Aplicada actuarían como premisa fundamental en la toma de decisiones para una verdadera planificación agrícola de la industria azucarera. Ante esta necesidad, la metodología básicamente consistió en lo siguiente:

a) Investigación documental, concretamente de la región en estudio y particularmente del ingenio San Cristóbal.

b) Recopilación de la información meteorológica disponible de las estaciones climatológicas de la zona de estudio.

c) Cálculo de los parámetros climatológicos.

d) Cálculo y determinación de los índices climáticos

en base al 2º Sistema de Clasificación Climática de C. W. Thornthwaite.

e) Cálculo de los usos consuntivos de agua de la zona de influencia cañera del ingenio San Cristóbal.

Objetivo general. Determinar en base al análisis climatológico la fecha óptima de iniciación y terminación de la zafra del ingenio San Cristóbal, ver cual es la alternativa más recomendable desde el punto de vista del contenido de sacarosa en caña, que represente menos costos, pero mayores rendimientos de campo.

Objetivos específicos. Del presente estudio se derivan los siguientes:

a) Establecer las condiciones climáticas generales y particulares de la zona del ingenio San Cristóbal.

b) Analizar los elementos del clima para saber como influyen en el cultivo y cosecha de la caña de azúcar, es decir, si se cultiva en las épocas más propicias.

c) Analizar la intensidad y frecuencia de la lluvia diaria mayor de 10 mm de los meses que indican el inicio y fin de lluvias y se ve de que manera influyen en el período de zafra.

d) Obtener las diferentes alternativas de iniciación y terminación de la zafra del ingenio San Cristóbal desde el punto de vista climático.

e) Establecer el patrón para realizar este tipo de estudios a nivel de regiones cañeras.

En base a estos argumentos se plantean las siguientes interrogantes:

a) ¿ Son los fenómenos climáticos los causantes del problema agroindustrial del ingenio San Cristóbal, o es tan sólo un elemento más que podría ser limitado o debidamente aprovechado por el hombre ?

b) ¿ Las lluvias que ocurren antes o durante la zafra del ingenio San Cristóbal mantienen a los suelos con un alto nivel de humedad, retardando la concentración de sacarosa en la caña ?

c) ¿ Las lluvias mayores de 10 mm dificultan el acarreo y abastecimiento de caña a la fábrica o en el mejor de los casos ese se torna irregular ?

d) ¿ La precipitación pluvial permite iniciar oportunamente y con frecuencia la siembra y cosecha de la caña de azúcar ?

e) ¿ La red de drenaje de los suelos no ha podido ser construida por su alto costo, o bien, las soluciones han sido parciales y los pocos drenes parcelarios que existen no tienen la eficiencia debida ?

f) ¿ Es necesario introducir nuevas variedades que se adapten mejor a las condiciones ambientales y que sean resistentes al ataque de enfermedades como el carbón y la roya ?

CAPITULO 1

ANTECEDENTES HISTORICOS DEL INGENIO SAN CRISTOBAL

1.1. Primera etapa. Origen, 1896-1908. El ingenio San Cristóbal fue fundado en 1896 por la "SOCIEDAD PEREZ RIO Y COMPAÑIA", situado sobre la margen izquierda del Río Papaloapan en el Estado de Veracruz, en una superficie de 3 511 hectáreas.

En 1901 la empresa cambió de nombre a "INGENIO DE SAN CRISTOBAL, S. A." hasta el 31 de diciembre de 1908. El ingenio conservó su tándem "A" moliendo menos de 500 toneladas de caña en 24 horas hasta 1917. Después cambió su razón social a "INGENIO DE SAN CRISTOBAL Y ANEXAS, S. A.", título que conservó hasta 1970, fecha en que la empresa pasó a manos del Gobierno Federal con el nombre de "IMPULSORA DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN, S. A. DE C. V."

1.2. Segunda etapa. Crecimiento, 1917-1952. Durante esta período el Sr. Roberto García Loera y socios se hicieron cargo de la factoría cuando molía 500 toneladas de caña en 24 horas, ampliándola en los años subsiguientes. En 1926 se incrementó la molienda a 800 toneladas de caña en 24 horas. En 1947 se instaló el tándem "B" con todos los equipos necesarios para realizar moliendas de 9 000 toneladas de caña diarias, convirtiéndose así, en el ingenio de mayor molienda en el Estado de Veracruz. En 1952, dicha unidad fabril procesó en total 1 144 885 toneladas de caña, obteniendo alrededor de 98 252 toneladas de azúcar, con un rendimiento en fábrica de 8.55% y en campo de 62.0 toneladas por hectárea, pasando a ser el ingenio más grande de México.

De 1953 a 1960 el ingenio San Cristóbal siguió creciendo, tanto en campo como en fábrica. Respecto al primero, de 19 395 hectáreas cultivables en 1953, se amplió a 47 415 hectáreas en 1960, alcanzando rendimientos de 50.0 toneladas por hectárea y en fábrica de 8.2% en promedio.

1.3. Tercera etapa. Desarrollo, 1960-1970. En 1960 supera la cifra de molienda de 1952 que fue de 1 144 885 toneladas de caña, a 2 084 071 toneladas de caña, que se traducen en 176 757 toneladas de azúcar refinado, con rendimientos de 49.0 toneladas por hectárea en campo y de 8.5% en fábrica, colocándose así entre los ingenios más grandes del mundo, posición que lo reafirmó en la zafra 66-67, al procesar 2 886 074 toneladas de caña y obtener una producción de 247 900 toneladas de azúcar, con rendimientos de campo y fábrica de 46.2 toneladas por hectárea y 8.6% respectivamente (la mejor zafra registrada en toda su historia). Ver cuadro número 4 del anexo.

Para esa fecha de 1966, al contar con 4 tándems de molinos le permitieron alcanzar su máxima capacidad de molienda diaria instalada de 26 000 toneladas de caña, realizando una molienda real de 21 628 toneladas de caña en 24 horas. Durante el lapso de 1960-1967, el ingenio presentaría el fenómeno de ampliación de su superficie, hasta llegar a su máxima extensión de 63 273 hectáreas cultivadas (zafra 66-67). A partir de la zafra 67-68 hasta la de 69-70, el ingenio sufrió un decremento en su superficie de cultivo, aunque mantuvo rendimientos de fábrica de 8.0% y una ligera mejoría en su rendimiento de campo de 51.4 toneladas de caña por hectárea.

1.4. Cuarta etapa. Situación actual, 1970-1983. En diciembre de 1970 se crea el organismo de la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, el Gobierno Federal pasa a formar parte en la conducción de la actividad azucarera. Al analizar el cuadro número 4 del anexo, observamos que en el período de 1970-1972 que fue cortísimo, se intentó recuperar su superficie del ingenio San Cristóbal, llegando a moler más de 2 millones de toneladas de caña, pero sus rendimientos, tanto de campo como de fábrica no mejoraron; manifestó una breve recuperación en la zafra 70-71 que fue de 186 438 toneladas de azúcar refinado, sin embargo, en la zafra 71-72, se volvió a incrementar la superficie cultivable, pero sus rendimientos de campo y fábrica bajaron aún más, iniciándose así la crisis del ingenio San Cristóbal. El resultado final fue la caída irreversible del ingenio en menos de 11 años; aunque claramente se ve que en sus últimas once zafras, es decir, de 71-72 a 81-82 se mejoraron sus rendimientos en campo, no ocurrió lo mismo con los de fábrica que disminuyeron, hasta 6.4% en la penúltima zafra.

Estadísticamente se observa que en estos últimos diez años, -a excepción de la zafra pasada 82-83, que tuvo excelentes resultados, dado que se amplió su superficie de cultivo, sus rendimientos de campo y fábrica mejoraron, siendo de 68.6 toneladas por hectárea y 7.85% respectivamente, sus tiempos perdidos se redujeron de 41.01% en la zafra 81-82 a 29.1% en la zafra 82-83- ha existido una política que consiste en la reducción de su superficie, no se vislumbra la tarea de sacarle mayor provecho a su caña, es decir, que incrementen su porcentaje de sacarosa en caña, que reduzcan sus tiempos perdidos (mayores del 29.0%) e incrementen ur-

gentemente sus rendimientos en fábrica. Ver cuadro número 4.

Por otra parte, analizando el cuadro número 5, el ingenio San Cristóbal ha dejado de producir en sus últimas 16 zafras, tomando como base su producción 66-67 de 247 900 toneladas de azúcar; 1 564 350 toneladas de azúcar, que representan enormes pérdidas económicas para la industria y para el país en general. Finalmente, al haber reducido notablemente su capacidad de molienda diaria, e incrementado otros factores cuestionados anteriormente, originó que el ingenio desviara cañas, principalmente las de mayor contenido de sacarosa a otros ingenios, quedándole cañas procedentes de los ríos Papaloapan, Tesechoacán, San Juan, Acula, Obispo y Coapa, cultivadas en suelos que requieren drenaje para elevar el contenido de sacarosa de la caña.

Así, el no haber conservado el equilibrio de sus mejores zonas productoras y el no atenderse oportunamente, lo convirtió en un problema que hoy hace crisis, trayendo como consecuencia la reducción de su ciclo de zafra.

De manera que es necesario enfatizar la necesidad de realizar estudios interdisciplinarios que apoyen el desarrollo no sólo del ingenio San Cristóbal, sino de toda la región y en general de todas las zonas cañeras del país.

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

2.1. Localización de la zona. El ingenio San Cristóbal se localiza dentro de la región cañera número VII denominada Papaloapan-Istmo, ⁽¹⁾ donde se encuentran también los ingenios Tres Valles, Adolfo López Mateos, San Gabriel, San Francisco El Naranjal, San Pedro, Cuatotolápan, Santo Domingo y Juchitán, región muy interesante de México desde el punto de vista climatológico. Ver mapa número 1.

El ingenio San Cristóbal se ubica en ambas márgenes de los ríos Papaloapan y Tesechoacán, en el poblado de Carlos A. Carrillo del municipio de Cosamaloapan, Ver; formando un polígono cuyas colindancias son:

Al Norte. Dos Bocas, Amatitlán, El Corte, Acula y Tlacotalpan.

Al Sur. Chacaltianguis, Tuxtilla, Tlacotalpan, Río Obispo, Laguna de Lagarto y Loma Bonita.

Al Este. El Río Tesechoacán, Ejido el Garro y Río San Juan.

Al Oeste. El ingenio Tres Valles con las poblaciones y ejidos siguientes: Ciudad Alemán, Los Naranjos, La Granja, Río Hondo, Nopaltepec, Gabino Barreda, Ejido Playa de Vaca, El Crucero, Zapote Reforma y pequeñas propiedades.

El sitio de este polígono es aproximadamente entre los paralelos 18° 00' y 18° 35' de latitud norte y entre los me

(1) IMPA, 1980.

REGIONES CAÑERAS DE MEXICO - 1980 -

MAPA No. 1



REGIONES CAÑERAS

I BINALÁ

- 1- LOS MOCHIS
- 2- LA PAZ NAVERA
- 3- ROSALES
- 4- ELD. AHO
- 5- PURA
- 6- EL MOLINO

II NAYARIT.

- 7- PURA
- 8- EL MOLINO

III JALISCO-GUAMA

- 9- TALA
- 10- SAN PEDRO
- 11- GUAMA
- 12- GUAMA
- 13- GUAMA
- 14- GUAMA
- 15- GUAMA
- 16- GUAMA
- 17- GUAMA
- 18- GUAMA
- 19- GUAMA
- 20- GUAMA

IV MICHOACÁN

- 21- SANTA CLARA
- 22- SANTA CLARA
- 23- SANTA CLARA
- 24- SANTA CLARA
- 25- SANTA CLARA
- 26- SANTA CLARA
- 27- SANTA CLARA
- 28- SANTA CLARA
- 29- SANTA CLARA
- 30- SANTA CLARA

VI YEHUCÁN

VII PAPALOAPAN-ITZ'AT

- 31- SAN CRISTÓBAL
- 32- SAN CRISTÓBAL
- 33- SAN CRISTÓBAL
- 34- SAN CRISTÓBAL
- 35- SAN CRISTÓBAL
- 36- SAN CRISTÓBAL
- 37- SAN CRISTÓBAL
- 38- SAN CRISTÓBAL
- 39- SAN CRISTÓBAL
- 40- SAN CRISTÓBAL

VIII SOCOMUSCO

- 41- SOCOMUSCO
- 42- SOCOMUSCO
- 43- SOCOMUSCO
- 44- SOCOMUSCO
- 45- SOCOMUSCO
- 46- SOCOMUSCO
- 47- SOCOMUSCO
- 48- SOCOMUSCO
- 49- SOCOMUSCO
- 50- SOCOMUSCO

IX TABASCO

- 51- TABASCO
- 52- TABASCO
- 53- TABASCO
- 54- TABASCO
- 55- TABASCO
- 56- TABASCO
- 57- TABASCO
- 58- TABASCO
- 59- TABASCO
- 60- TABASCO

X VERACRUZ COSTA-CENTRAL

- 61- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 62- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 63- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 64- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 65- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 66- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 67- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 68- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 69- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 70- VERACRUZ COSTA-CENTRAL

XI VERACRUZ COSTA-CENTRAL

- 71- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 72- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 73- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 74- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 75- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 76- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 77- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 78- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 79- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 80- VERACRUZ COSTA-CENTRAL

XII LAHUASTECA

- 81- LAHUASTECA
- 82- LAHUASTECA
- 83- LAHUASTECA
- 84- LAHUASTECA
- 85- LAHUASTECA
- 86- LAHUASTECA
- 87- LAHUASTECA
- 88- LAHUASTECA
- 89- LAHUASTECA
- 90- LAHUASTECA

XIII VERACRUZ COSTA-CENTRAL

- 91- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 92- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 93- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 94- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 95- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 96- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 97- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 98- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 99- VERACRUZ COSTA-CENTRAL
- 100- VERACRUZ COSTA-CENTRAL

FUENTE: INPA.

ridianos $95^{\circ} 00'$ y $96^{\circ} 15'$ de longitud al oeste de Greenwich, con una superficie aproximada de $3\ 500\ \text{Km}^2$, ver mapa número 2. Dicho polígono se ubica en la "Llanura Costera del Golfo de México", que es una planicie, que varía entre los 5 a 25 msnm, con lomeríos de poca pendiente y partes bajas que se inundan con las lluvias por deficiencia del drenaje superficial, ver mapa número 3.

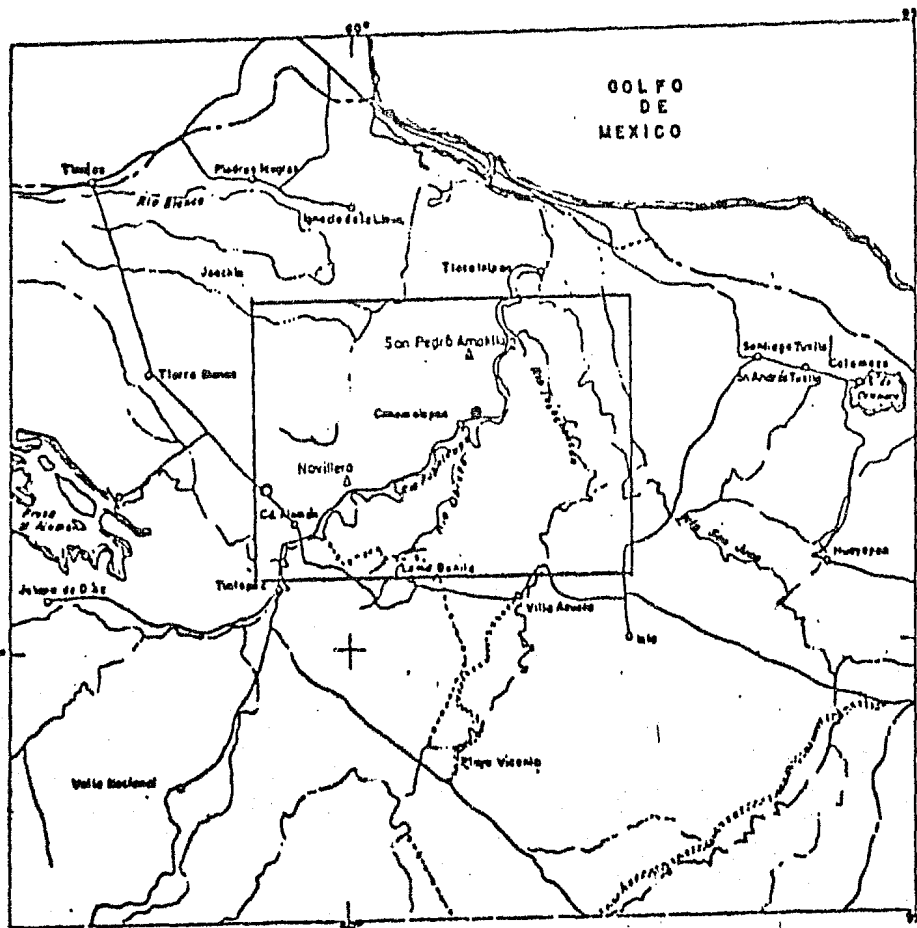
Ante la magnitud de superficie, es factible que se puedan delimitar nuevas áreas para la posible instalación de nuevos ingenios en la zona del Río Papaloapan, ya que en general el área cuenta con buenas características para el desarrollo de la caña de azúcar.

2.2. Localización e información disponible de las estaciones meteorológicas. Para conocer las condiciones microclimáticas del ingenio San Cristóbal se recopilaron datos meteorológicos de las estaciones San Pedro Amatitlán, Cosamaloapan y Novillero, contando con el mayor número de años de observación, y tomando muy en cuenta su distribución geográfica en el área de estudio, ver mapa número 4.

Se recabaron las temperaturas (máximas, mínimas, medias), precipitación (media mensual, anual y diaria), evaporación (media mensual y anual) y nubosidad (días despejados, medio nublados y nublados). Ver anexo de cuadros No. 6.

2.3. Factores atmosféricos. Por su latitud y ubicación geográfica de las costas del Golfo de México, la Cuenca del Río Papaloapan se encuentra en la zona de los vientos alisios del hemisferio norte, cuyo origen es la celda de alta presión del Atlántico septentrional y regidos por la misma.

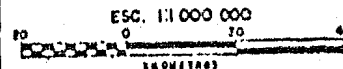
MAPA No. 2



LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

3800 Km.²

- INGENIO SAN CRISTOBAL
- INGENIO TRES VALLES
- △ EST. METEOROLOGICAS



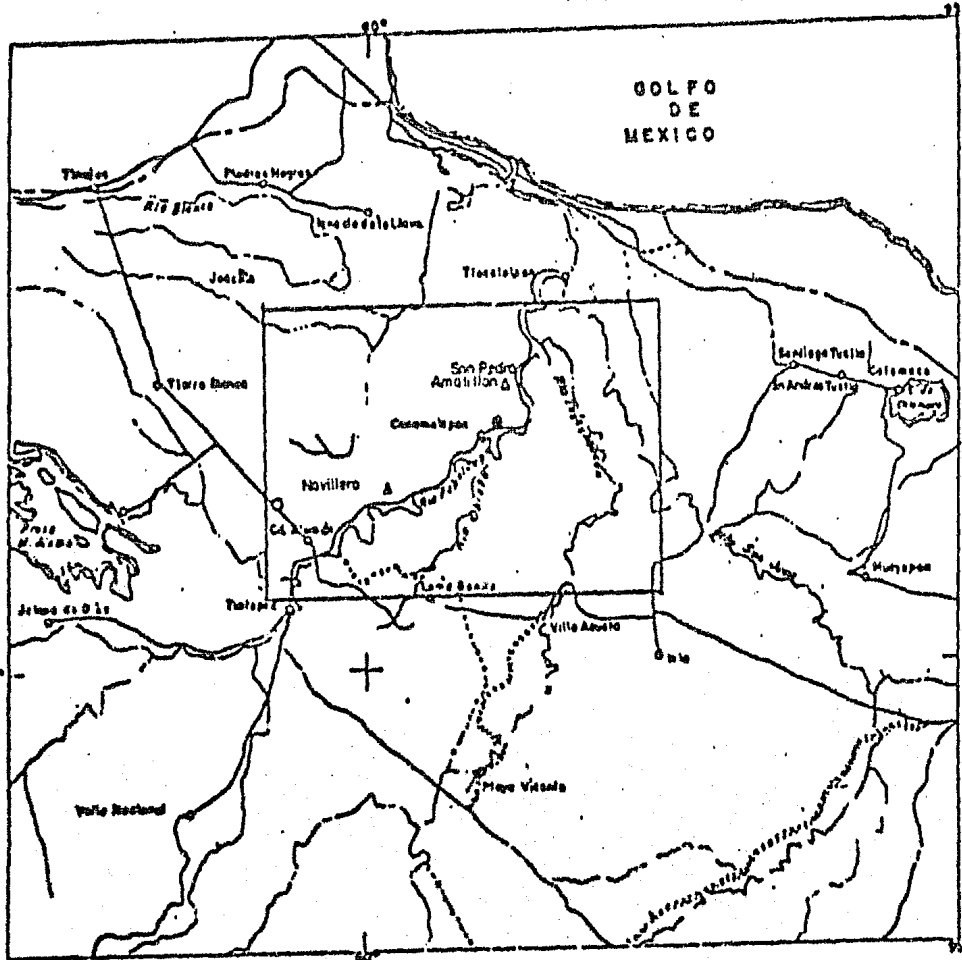
CNIA	COMISION NACIONAL DE LA INDUSTRIA AZUCARERA GENERICA DE PLANEACION	
	CUENCA DEL PAPALOAPAN	
MEXICO, D.F.		

MAPA No. 3

PLANO DE LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS
DE LA REPUBLICA MEXICANA
(RAISZ 1959)



MAPA No. 4



LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

□ 3500 Km.²

○ INGENIO SAN CRISTOBAL

○ INGENIO TRES VALLES

▲ EST. METEOROLOGICA

ESC. 1:1 000 000.



CNIA. COMISION NACIONAL DE LA
INDUSTRIA AZUCARERA
GERENCIA DE PLANEACION

MEXICO, D.F.

Durante el verano (julio, agosto y septiembre) este sistema de vientos se desplaza hacia el N. Los vientos alisios alcanzan una gran profundidad e intensidad, dominando sobre toda la Altiplanicie Mexicana y en particular la Cuenca del Río Papaloapan, con vientos húmedos desde el nivel del mar hasta los 5 000 m.s.n.m.

En el invierno (diciembre, enero y febrero) la celda de alta presión del Atlántico septentrional se desplaza hacia el sur, los vientos alisios disminuyen en intensidad y profundidad, viéndose reemplazados en las alturas por los vientos del oeste. Por otra parte, es en esta época cuando aparecen las masas de aire frío continental sobre el Golfo de México, donde sufren un gran calentamiento al contacto con las aguas relativamente cálidas del Golfo de México. La irrupción de este aire sobre el área de la Cuenca del Río Papaloapan, se caracteriza por vientos boreales de considerable velocidad, originando los llamados NORTES.

Los vientos del Oeste, que sólo se encuentran al sur de la República Mexicana y a altitudes comparables con el Altiplano Central, no se manifiestan en la cuenca y por ende en el área de estudio del ingenio San Cristóbal, pero de terminan con su presencia en las alturas, cambios muy marcados en el valor de los elementos meteorológicos, en especial en la pluviosidad, presentándose un período lluvioso de junio a octubre y otro menos lluvioso o casi seco en algunas áreas de la Cuenca del Río Papaloapan de noviembre a mayo.

La zona de estudio está afectada por los ciclones tropicales, que son perturbaciones atmosféricas que se origi-

nan en los mares Caribe y de las Antillas, éstos al pasar por las aguas cálidas del Golfo de México se cargan de humedad aumentando así su intensidad; tienen mayor frecuencia hacia fines del verano y principios del otoño, así que las precipitaciones son más abundantes en las zonas influenciadas por estas perturbaciones atmosféricas.

2.4. Factores continentales. La Cuenca del Papaloapan presenta una gran diversidad de climas, determinados principalmente por varios factores topográficos como son, altitud, barreras orográficas que obstaculizan y modifican la circulación general de la atmósfera, propia de la latitud en la que se encuentra la República Mexicana, vientos, y su cercanía con el mar.

2.5. Efectos resultantes. Como consecuencia de estos fenómenos meteorológicos, tanto de carácter general como regional, se presentan los siguientes efectos en la zona de estudio:

a) Efectos orográficos. Los vientos alisios no se manifiestan con la dirección que les es característica, sobre todo en las áreas oceánicas del Hemisferio septentrional, sino que son desviados por efecto de la presencia del relieve que se desprende desde el Altiplano Central, aproximándose al litoral del Golfo de México. El Altiplano Central no sólo constituye una barrera para los vientos del Este, sino que permite a los del Oeste descender de las alturas en que soplan, determinando movimientos subsidentes del aire sobre el terreno bajo costero, produciendo la disipación de las nubes e inhiben las precipitaciones pluviales.

El enfriamiento del aire húmedo debido a la expansión

adiabática que sufren las ramas ascendentes de los circuitos aéreos, da origen a la formación de nubes y el eventual desarrollo de las precipitaciones atmosféricas. Por el contrario, el calentamiento del aire resultante de la compresión que sufre éste, en las ramas descendentes de tales circuitos, es la causa de que se disipen las nubes y por tanto, no ocurren precipitaciones sobre aquellas regiones donde predominan movimientos atmosféricos descendentes.

b) Efectos monzónicos. La gran extensión longitudinal que tiene el continente americano en latitudes del territorio de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, en comparación con el angostamiento del mismo que se observa en nuestras latitudes, hace que se experimenten en México efectos del tipo monzónico en la circulación aérea de los bajos niveles de la atmósfera.

Estos efectos se manifiestan en la desviación de grandes corrientes zonales de vientos que dominan sobre la América septentrional, determinando trayectorias preferenciales en la circulación de las masas aéreas de sur a norte durante el verano, y de norte a sur en el invierno en las latitudes elevadas del continente; trayendo como consecuencia variación en el volumen de la precipitación que cae en la Cuenca del Papaloapan durante las estaciones extremas, es decir, en el monzón de verano como de invierno por las diferencias de temperatura y por tanto de la presión entre mares y continentes; siendo el monzón de verano de intensas precipitaciones, intensificándose con el auxilio de la condensación de las masas de aire húmedo proveniente del mar en las barreras montañosas de la Cuenca del Papaloapan. Por el contrario, el monzón de invierno será seco, no producirá

lluvias ya que el aire soplará del continente al mar.

c) Efectos de los nortes. Los desplazamientos constantes de las masas de aire continental polar en el invierno, que se manifiestan en las invasiones sucesivas de masas de aire frío estable, provenientes del norte del continente hacia el Golfo de México, por ser vientos boreales con velocidades muy altas reciben el nombre de NORTES, produciendo un aumento en la precipitación invernal.

Se distinguen dos tipos de NORTES, los rápidos y secos cuando soplan detrás de una línea de cambio en la dirección del viento, alojado en una vaguada en superficie que avanza rápidamente de W - E sobre el Golfo de México. Los nortes lentos y húmedos cuando la línea de cambio de viento se mueve lentamente barriendo de norte a sur, con una trayectoria larga sobre las aguas relativamente cálidas del Golfo de México, hace que en la Cuenca del Papaloapan que aún conservan en enero temperatura cálida y provocan lluvias.

d) Efectos de las ondas del Este. Durante la época cálida del año, se observa un flujo de masas de aire inestable tropical de origen oceánico sobre el continente, lo invaden por el sur en forma de ondas o vórtices ciclónicos acompañados de considerable cantidad de vapor de agua. Este constituye la materia prima que provocan las lluvias veraniegas que se tienen en la mayor parte de la República Mexicana, en especial el Altiplano y marcadamente en la Cuenca del Papaloapan. Las ondas del Este van acompañadas pues de tiempo y lluvias inestables.

e) Efecto de los ciclones tropicales. Los ciclones tro

picales son perturbaciones atmosféricas intensas, cuyos vientos giran alrededor de un centro de baja presión y se trasladan de una región a otra de la Tierra. No obstante los daños que causan estos meteoros en las costas del Golfo de México, constituyen el factor climático más importante en la cuantía y distribución de las lluvias sobre el territorio nacional y particularmente en la Cuenca del Papaloapan, juntamente con la orografía del país.

En su etapa temprana, los ciclones no alcanzan a la tropósfera media en forma de circulación cerrada, sino que arriba de los 4 000 m.s.n.m., las isobaras se abren, dejando una ondulación del Este en las alturas que ejercen un efecto de timoneo sobre su trayectoria. Aún más es el hecho de que los ciclones se alimentan de vapor de agua, no sólo por debajo, sino que para conservar su vigor, deben estar inmersos en una lengua de aire húmedo, localizada en los niveles intermedios y bajos de la troposfera. La voluminosa masa del Altiplano Central ejerce una acción térmica sobre las corrientes que rigen la dirección general de las trayectorias ciclónicas, bajo la acción adicional del calentamiento del continente durante el verano. De manera que, las propias corrientes directrices se ven desviadas en su dirección de E - W, hacia el N y por consiguiente, hacia el centro del territorio nacional.

Por otra parte, en la época de transición del verano al invierno, se observa por encima del altiplano la amplia corriente de los vientos del W, que llevan en su seno perturbaciones de carácter ondulatorio, cuyas dimensiones, tanto de latitud como longitudinalmente son de mayor magnitud (va

guadas polares) que los ciclones tropicales. Estas corrientes que forman la parte delantera de estas vaguadas superiores, al superponerse a los ciclones tropicales los desvían, obligándolos a recurvar.

f) Efectos de las teleconexiones. Las teleconexiones meteorológicas ⁽²⁾ consisten en fenómenos atmosféricos que ocurren simultáneamente sobre regiones separadas entre sí por grandes distancias y aún por barreras montañosas extensas, pero relacionadas íntimamente unos con otros.

Esto interesa al régimen pluviométrico copioso de la Cuenca del Papaloapan, porque tiene una frecuencia de perturbaciones ciclónicas muy bajas o casi nula. Así la razón de las lluvias abundantes en la cuenca se encuentra en las citadas teleconexiones.

Los ciclones del Golfo de México no son los únicos que provocan las cuantiosas avenidas en la Cuenca del Papaloapan, sino que, los ciclones del Pacífico también inducen movimientos ascendentes extensos del aire del lado del Golfo de México, que tienden a provocar gruesas nubes y fuertes lluvias sobre las vertientes que forman el respaldo de la cuenca y sobre la cuenca misma, por convergencia del flujo aéreo.

(2) I.C.P., S. A. "Diagnóstico y Estudio de Potencialidad de Campo del Ingenio San Cristóbal" 1979.

CAPITULO 3

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA

3.1. Temperatura. Para el análisis del parámetro térmico de la zona del ingenio San Cristóbal, se recabaron y codificaron los datos de 28, 31 y 26 años de observación continua de las estaciones meteorológicas de Novillero, Cosamaloapan y San Pedro Amatitlán respectivamente ubicadas en el Estado de Veracruz. Ver cuadro número 6 del anexo y mapa 4.

La temperatura, humedad e insolación son factores determinantes para el desarrollo de la caña de azúcar. "Durante el invierno la caña retrasa su desarrollo en un tercio en relación con el verano, más que al descenso de la temperatura, se debe a la reducción de la insolación, en el invierno los días son más cortos, las horas-luz tienden a reducirse". (3)

De ahí que "la temperatura sea uno de los factores más importantes que regulan el proceso de germinación de la caña de azúcar. Alrededor de los 21°C es marginal; Verret en (1927) halló que la temperatura de 20°C es muy fría y que la de 44°C es excesiva para la germinación. Existe un límite crítico para la temperatura del suelo, abajo de la cual la germinación resulta bastante afectada. De acuerdo con Ryker y Edgerton (1931), cualquier temperatura del suelo inferior a 10°C es definitivamente perjudicial. Por otro lado, las variedades responden en forma diferente a la temperatura". (4)

(3) García, Espinoza A. "Manual de Campo en Caña de Azúcar". IMPA, 1979. p. 13.

(4) P. N. Camargo. "Fisiología de la Caña de Azúcar". IMPA, 1979. Folleto No. 6, p. 10.

"La temperatura influye también en el amacollamiento al aumentar ésta hasta cerca de 30°C. Cuando la temperatura es baja, en la época de amacollamiento, se debe sembrar poco profundo para que los efectos positivos de la luz compensen los negativos de la baja temperatura". (5)

Influye también en el crecimiento, así "en las regiones subtropicales la temperatura es responsable de considerables fluctuaciones en el crecimiento. Las variaciones en alargamiento y volumen de la caña, son correlativas a la curva de la temperatura. Cuando ésta alcanza el máximo, también el crecimiento es máximo y lo mismo sucede con el mínimo". (6)

Determina también el crecimiento de las raíces, poco se sabe al respecto, pero "los escasos estudios realizados en este sentido, han mostrado que la temperatura ambiente mínima para el crecimiento es de alrededor de 6°C y la temperatura ambiente óptima es aproximadamente de 30°C.". (7)

La temperatura afecta también en la absorción del agua en la caña de azúcar. Existe "una alta correlación positiva entre la absorción del agua y la temperatura del aire. La temperatura del suelo ejerce un efecto semejante. La elevación de temperatura del aire aumenta la transpiración y, por tanto, la absorción y viceversa. En el caso de la temperatura del suelo se observa lo mismo. Así, cuando baja la temperatura, específicamente la del suelo, la caña puede sufrir deficiencia de agua, aún en un suelo con suficiente humedad, por deficiencia en la absorción". (8)

(5), (6), (7) y (8) P. N. Camargo. op.cit. pags. 15, 23, 28 y 34.

Finalmente la asimilación de nutrientes y maduración de la caña de azúcar están relacionados y sujetos a la influencia de factores internos y externos. Entre los externos tenemos "variaciones climáticas estacionales, determinadas por las condiciones atmosféricas de intensa luminosidad y temperatura. La cantidad de energía solar es tal vez el factor aislado más importante. En días nublados, hasta la cantidad de clorofila disminuye en la caña de azúcar. Por las mismas razones, el clima de las estaciones del año influye en la velocidad de asimilación. Esta se reduce en días cortos, de poca luminosidad y baja temperatura. La velocidad de asimilación aumenta considerablemente con la concentración de CO_2 en la atmósfera. La temperatura es pues dominante en la velocidad de asimilación. Hart (1940) mostró que la temperatura óptima para la síntesis de sacarosa en hojas de caña cortadas, es cerca de 30°C . Entre 30°C y 40°C hay una elevación de la curva, cayendo después a 34°C . Esto explica en parte la disminución en la velocidad de asimilación al medio día, cuando la temperatura sobrepasa ese valor".⁽⁹⁾

Por consiguiente, "los efectos combinados de luz y temperatura son responsables grandemente de la velocidad de producción de materia seca en la caña de azúcar".⁽¹⁰⁾

Otros investigadores sostienen que la temperatura ambiental para la "óptima germinación de la caña de azúcar, debe ser de 32° y 38°C , abajo de 21°C retarda el desarrollo de las raíces, paralizándose a los 10°C , siendo la temperatura ideal para el desarrollo y absorción de nutrimentos de 27°C ".⁽¹¹⁾

(9) y (10) P. N, Camargo. op. cit. pp. 48-49.

(11) García Espinoza, A. op. cit. p. 14.

Los índices térmicos de la zona de influencia del ingenio San Cristóbal tienen pequeñas variaciones, pero en sí son muy similares en todas las estaciones meteorológicas que se localizan en la parte baja de la cuenca. Según las láminas II-B, III y IV del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975), se puede observar que el área de estudio del ingenio se localiza entre las isotermas medias anuales de 24°C y 26°C, algunas partes con temperaturas mayores de 26°C. La temperatura media mensual mínima para enero va de 20°C a 22°C y para el mes de mayo la media mensual máxima es mayor de 26°C.

3.1.1. Temperatura máxima. Tomando en consideración las estaciones recabadas con más de 20 años de observación de la zona de influencia del ingenio San Cristóbal, podemos inferir del cuadro número 7 del anexo lo siguiente.

La distribución de las temperaturas medias máximas mensuales van de 32 a 40.5°C, con una media anual máxima que oscila entre los 32.4 a 36.4°C, temperaturas aptas para la óptima germinación de la caña de azúcar.

Las temperaturas medias máximas mensuales, es decir, las más altas, se registran en los meses de marzo a junio, que son precisamente los meses de poca lluvia, descendiendo éstas en el período de lluvias.

Las temperaturas máximas extremas se han registrado únicamente en el mes de mayo y éstas han sido de 42°C y 43°C en los años de 1978, 1977 y 1955.

3.1.2. Temperatura mínima. Las temperaturas medias mí-

nimas mensuales oscila entre 11.9 y 21.9°C, con una media mínima anual que va de los 16.7 a 18.1°C. Ver cuadro número 8 del anexo.

Las medias mínimas mensuales más bajas se registran en los meses de noviembre a febrero, incrementándose de marzo en adelante.

Las mínimas extremas se han registrado exclusivamente en el mes de febrero y han sido de 7 a 8°C en los años de 1960 y 1976.

3.1.3. Temperatura media. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 22.1 a 29.4°C, la media anual entre 25.4 a 26.2°C. Las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo a junio, siendo el mes de mayo el más caluroso. De lo anterior, se deduce una oscilación térmica pequeña de 7.2°C como promedio, por lo que la zona del ingenio San Cristóbal no es isotermal. Ver cuadro número 9 del anexo.

3.1.4. Temperatura media regional. Sintetizando las características térmicas regionales de la zona del ingenio, observamos que: las temperaturas medias máximas y medias mínimas mensuales son homogéneas, existiendo una oscilación térmica mensual entre 32.3 a 39.6°C de 7.3°C, con una media anual de 34.6°C, así como de 12.2 a 21.0°C con una oscilación térmica de 8.8°C y una media anual de 17.3°C respectivamente; claramente se nota que se define un período más caluroso que va de marzo a junio con un período de transición de menor calor por el incremento de las precipitaciones de julio a octubre y un período más frío que va de noviembre a

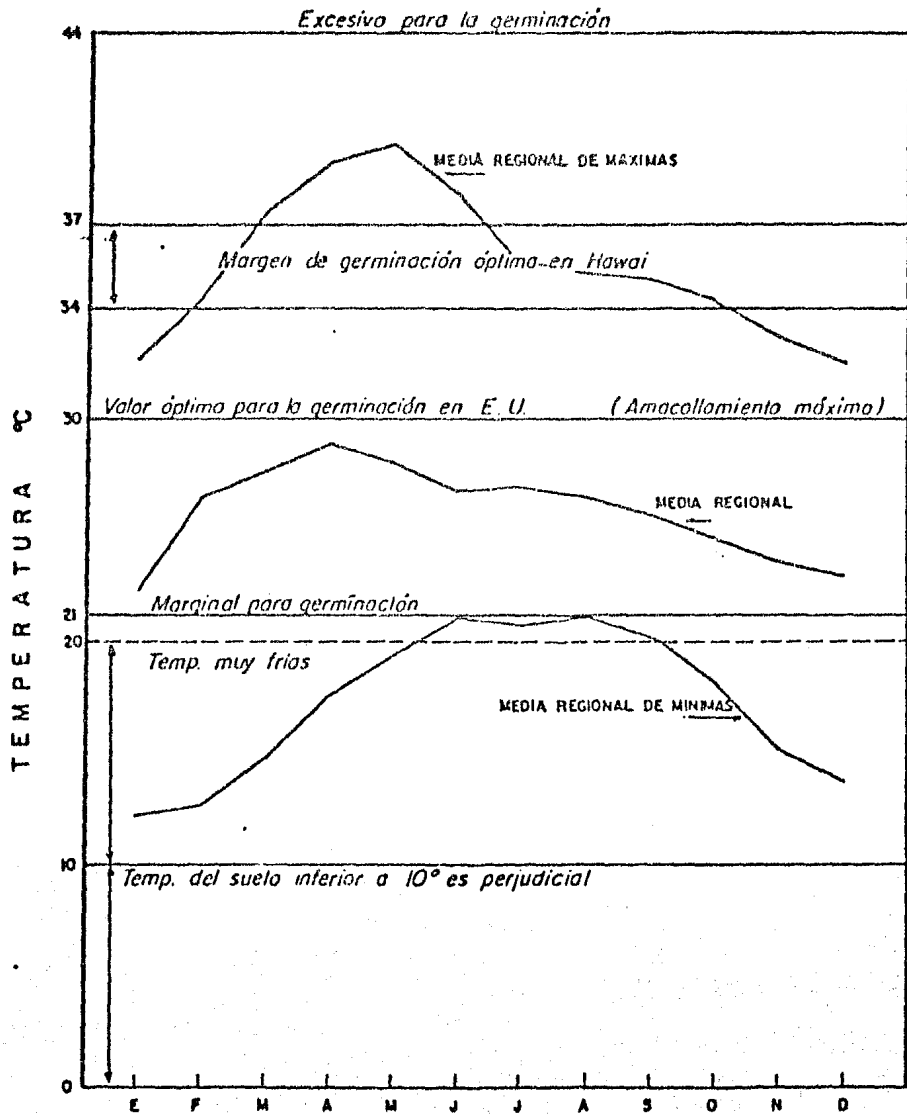
febrero. Respecto a la temperatura media mensual regional, ésta se presenta de 21.9 a 29.1°C, con una oscilación térmica de 7.2°C y una media anual regional de 25.9°C. Ver cuadros números 7, 8 y 9 del anexo.

Si relacionamos estas variables térmicas con la germinación de la caña de azúcar (ver gráfica número 1) deducimos que, las temperaturas máximas en la región del ingenio San Cristóbal que van de 32.2 a 39.6°C son aptas para la óptima germinación si consideramos los rangos aceptados en Hawai que van de 34 a 37°C y de 30°C en E. U. Obviamente estas temperaturas son mucho más altas en la zona del ingenio San Cristóbal durante los meses de marzo a junio y más bajas en los meses de noviembre a enero por estar en otras latitudes. Por otro lado, el amacollamiento máximo y la germinación óptima de la caña en E. U. se alcanza con temperaturas de 30°C. Por lo que respecta a las temperaturas mínimas, éstas no reflejan la presencia de heladas, sin embargo, estos descensos bruscos de temperatura entre la máxima y la mínima no son limitantes para la germinación, ya que no alcanza temperaturas superiores a 44°C ni tampoco inferiores a 10°C, son por el contrario, estos rangos de variabilidad térmica ambiental favorables en lo que se refiere a la madurez y concentracion de sacarosa en la caña de azúcar. Finalmente la temperatura media es idónea para un cultivo tropical como lo es la caña; aunque últimamente se ha adaptado a climas templados y subtropicales con temperaturas medias hasta de 17°C. Si observamos la curva de la temperatura media regional, podemos decir, que los meses más idóneos para sembrar caña en el ingenio San Cristóbal son los de marzo a septiembre para lograr un amacollamiento máximo.

GRAFICA No.1

INDICES TERMICOS "MEDIA REGIONAL" Y SU RELACION CON LA GERMINACION DE LA CANA DE AZUCAR

INGENIO SAN CRISTOBAL



3.2. Precipitación. Para el análisis del parámetro pluviométrico de la zona de estudio del ingenio, se recabaron y codificaron los datos mensuales de 28, 31 y 26 años de observación, así como los datos diarios de 27, 30 y 25 años de las estaciones meteorológicas de Novillero, Cosamaloapan y San Pedro Amatitlán. Ver cuadro número 6 del anexo y mapa número 4.

Al igual que la temperatura, la humedad juega otro papel importante en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de la caña de azúcar, como son: germinación, crecimiento (interno y externo), amacollamiento, transpiración y en los procesos fotosintéticos de síntesis, traslocación y almacenamiento de azúcares como la sacarosa, glucosa y almidón e influye también en la asimilación y maduración de la caña.

"El consumo de agua necesario para la caña de azúcar (determinados por el método de Blanney y Criddle) de acuerdo a las condiciones de las zonas cañeras de México, varía de 5.48 mm por día (2 000 mm anuales) a 6.84 mm por día, es decir (2 500 mm anuales)".⁽¹²⁾

Otras fuentes indican que "para producir 1 kg de azúcar se requieren aproximadamente 500 litros de agua. El consumo de agua para la caña de azúcar varía según las regiones geográficas donde se ubique: para un año completo tiene fluctuaciones de 3.8 a 8.6 mm/día en un clima templado cálido (subtropical), es decir, 1 387 y 3 139 mm anuales; y de 4.8 a 8.9 mm/día en un clima cálido, es decir, 1 752 y 3 248 mm anuales. Cabe considerar que de la precipitación, sólo se

(12) García E. A. op. cit. p. 14.

tiene un aprovechamiento fluctuante entre el 70 y 74%, sobre todo cuando no son lluvias torrenciales". (13)

"Para establecer los índices climatológicos de una región cañera determinada se puede hacer uso de las gráficas 1 y 2 de temperatura y precipitación, donde se anotarán las condiciones requeridas por la caña de azúcar, vaciándose los datos por lo menos de los últimos 10 años o más en forma mensual de: temperaturas máximas, medias y mínimas, así como de la precipitación media mensual en mm." (14)

En la integración de los índices termopluviométricos se considerarán las áreas de temporal y riego. Para "las zonas sujetas al temporal con precipitación menor de 1 500 mm anuales y mal distribuida, requieren riegos de auxilio y éstos servirán para incrementar la productividad por unidad de superficie, a saber". (15)

<u>Índices</u>	<u>Número de riego durante el año</u>
Normal	Más de 8 riegos.
Medio	De 4 a 8 riegos.
Deficiente	Menos de 4 riegos.

Para el cálculo de los índices de riego, "como la precipitación pluvial media más frecuente en las zonas cañeras de México, fluctúa entre 900 y 1 200 mm anuales; como la media aritmética general, tiene un valor de 1 259 mm, se puede tomar conservadoramente el valor siguiente". (16)

$$\frac{900 + 1\ 200}{2} = 1\ 050 \text{ mm anuales.}$$

Sin embargo, como sólo el 70% de la lluvia es aprovechable, se tendrá:

$$0.70 \times 1\ 050 = 735 \text{ mm anuales.}$$

"Por otra parte, los valores diarios medios del clima templado cálido (subtropical) y cálido son:

$$\text{Valores mínimos: } \frac{3.8 + 4.8}{2} = 4.3 \text{ mm.}$$

$$\text{Valores máximos: } \frac{8.6 + 8.9}{2} = 8.8 \text{ mm.}$$

$$\text{Valor medio: } \frac{4.3 + 8.8}{2} = 6.5 \text{ mm.}$$

$$365 \times 6.5 = 2\ 373 \text{ mm (necesidades de agua por año).}$$

$$2\ 373 - 735 = 1\ 638 \text{ mm (lámina anual que se debe adicionar con riego).}$$

$$\text{Lámina de riego} = 180 \text{ mm} \quad \cdot \cdot \quad \frac{1\ 638}{180} = 9 \text{ riegos}^{(17)}$$

"Con nueve riegos anuales, se satisfecerían las necesidades medias de agua de la caña de azúcar. Este valor medio variaría de acuerdo con la precipitación anual y su distribución zonal, así como la retención de humedad de los suelos. Para México se han considerado los valores de 5.48 y 6.48 mm/día, con una media general de 6.16 mm/día/año. Por tanto:

$$6.16 \times 365 = 2\ 250 \text{ mm anuales.}$$

$$2\ 250 - 735 = 1\ 515 \text{ mm (lámina de riego adicional).}$$

$$\text{Lámina de riego} = 180 \text{ mm} \quad \cdot \cdot \quad \frac{1\ 515}{180} = 8.41 \text{ riegos.}$$

(17) García E. A. op. cit. p. 17.

"Este valor que es igual o diferente a 9 riegos, coincide con el estimado general para las necesidades de riego en los climas templado cálido (subtropical) y cálido". (18)

Para los períodos de siembra, inicio y fin de zafra "con las categorías térmicas y pluviométricas es posible fijar fechas más propicias para las siembras. El período más propicio para la planeación del inicio y fin de zafra de un ingenio se podrá determinar por medio de las gráficas de temperatura y precipitación, ver gráficas 1 y 2; se podrán prever las afectaciones de lluvia o bajas temperaturas. Además en la planeación de los períodos de siembra y zafra deberán ponderarse las condiciones de carácter regional o local, que influyen en dichas programaciones". (19)

En general las lluvias son de carácter orográfico convectivo en la zona de estudio. Ahora bien, analizando la lámina X-B del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1941-1970) se obtiene una distribución espacial de la lluvia en la zona del ingenio San Cristóbal de 1 750 mm, promedio entre las isoyetas medias anuales de 1 500 y 2 000 mm. En la misma carta de isoyetas medias anuales, puede observarse:

a) La existencia de centros de alta precipitación, mayor de 4 000 mm al año en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

b) La ocurrencia de lluvia abundante en la mayor parte de la planicie costera y en la región de los Tuxtlas entre 1 500 y 2 500 mm al año.

(18) y (19) García E. A. op. cit. p. 17-18.

c) La disminución de lluvia en zonas altas de ciertos valles de Tehuacán y Oaxaca, con valores inferiores a 800 mm al año.

En lo relativo a la distribución mensual de la precipitación puede observarse en la lámina XI-a del mismo Atlas lo siguiente:

a) En toda la cuenca existe una estación lluviosa que va de mayo a octubre, con valores máximos en julio y septiembre que son los meses de mayores perturbaciones ciclónicas. La estación lluviosa tiene precipitaciones menores en la cuenca superior.

b) La existencia de una estación seca bien definida en toda la cuenca que va de noviembre a abril, durante la cual hay precipitaciones de cierta importancia en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental, en la Planicie Costera y en la zona de los Tuxtlas.

c) La ocurrencia frecuente en casi toda la cuenca de la canícula o veranito en el mes de agosto, indicado por el notable descenso de la precipitación media en la mayoría de las estaciones meteorológicas.

En cuanto a las intensidades y frecuencia de las lluvias máximas de la lámina XI-b del mismo Atlas se observa lo siguiente:

a) Las intensidades de lluvia son mayores en la planicie costera que en la parte superior de la cuenca, presentándose las máximas precipitaciones en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental.

b) Las precipitaciones de mayor magnitud e intensidad han ocurrido en los meses de más frecuentes perturbaciones ciclónicas y a consecuencia de éstas.

Como en otras porciones de la cuenca inferior, las precipitaciones más altas de la zona del ingenio San Cristóbal se registran durante los meses de junio a octubre (ver cuadro número 10), durante los cuales cae cerca o más del 80% de la precipitación total. Por lo que, podemos afirmar sin temor a equivocarnos, que los principales factores que definen el crecimiento de la vegetación y los cultivos de la zona del ingenio San Cristóbal es la precipitación pluvial y las temperaturas, ya que precisamente crece en estos meses.

Por otra parte, es conveniente mencionar que el crecimiento de las plantas o cultivos que se desarrollen en esta zona o áreas de influencia del mismo ingenio, pueden detenerse en la temporada lluviosa por los excesos de agua y de deficiencias hídricas en el estiaje.

3.2.1. Precipitación media mensual y anual. La precipitación pluvial en la zona del ingenio San Cristóbal varía de NE a SW, considerando las estaciones meteorológicas recabas y que se localizan más cerca al área de influencia cañera. Ver cuadro número 10 del anexo.

Así tenemos que en la estación de San Pedro Amatlán cae 1 476.4 mm, en Cosamaloapan 1 464.3 mm y en Novillero 1 595.9 mm anuales; definiéndose un período seco de siete meses que van de noviembre a mayo con las siguientes lluvias acumuladas:

a) En la estación de San Pedro Amatitlán 309.5 mm, Cosamaloapan 279.5 mm y Novillero con 268.1 mm. Siendo los meses de marzo y abril los más secos, con precipitaciones que va de 17.1 mm (abril) en San Pedro Amatitlán a 26.2 mm (marzo) en Cosamaloapan).

Por otro lado, se define un período húmedo de cinco meses que va de junio a octubre con los siguientes valores acumulados de precipitación media:

a) En la estación de San Pedro Amatitlán 1 166.9 mm, Cosamaloapan 1 184.8 mm y Novillero con 1 327.8 mm; diferenciándose los meses de julio y septiembre como los más lluviosos, con precipitaciones que varían de 264.1 mm (julio) en San Pedro Amatitlán a 301.9 mm (septiembre) en Cosamaloapan.

3.2.2. Precipitación media regional. Sintetizando, podemos afirmar que la distribución de la precipitación mensual en la zona de estudio es bastante representativa y claramente como en la Cuenca del Río Papaloapan, se define un período seco que va de noviembre a mayo con una lluvia acumulada de 285.8 mm, y un período húmedo que va de junio a octubre con una precipitación acumulada de 1 226.6 mm; obteniéndose dos meses secos, marzo y abril con 24.7 y 19.2 mm de lluvia, y por otro lado, dos meses lluviosos que son julio y septiembre con 292.2 mm y 292.4 mm respectivamente. En total se tiene una media anual regional de 1 512.4 mm, (ver cuadro número 10). Valor diferente pero muy cercano a los 1 750 mm que se obtuvo entre las isoyetas de 1 500 y 2 000 mm del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975).

Si relacionamos los índices pluviométricos con la precipitación media regional de la zona de estudio del ingenio San Cristóbal (ver gráfica número 2), observamos que:

a) La caña de azúcar nos exige ciertos rangos de precipitación mensual, que en total son 2 570 mm anuales, distribuidos de la siguiente forma.

Como rangos de humedad adecuados para satisfacer las necesidades de agua de la caña de azúcar, deberá ser durante los meses de MARZO a SEPTIEMBRE como máximo de 260 mm de precipitación mensual, es decir, 8.75 mm/día. Como mínimo será de 130 mm de lluvia mensual durante los meses de OCTUBRE a FEBRERO, es decir, 4.30 mm/día; y que abajo de 130 mm de precipitación mensual, sea una lámina de lluvia insuficiente para el cultivo.

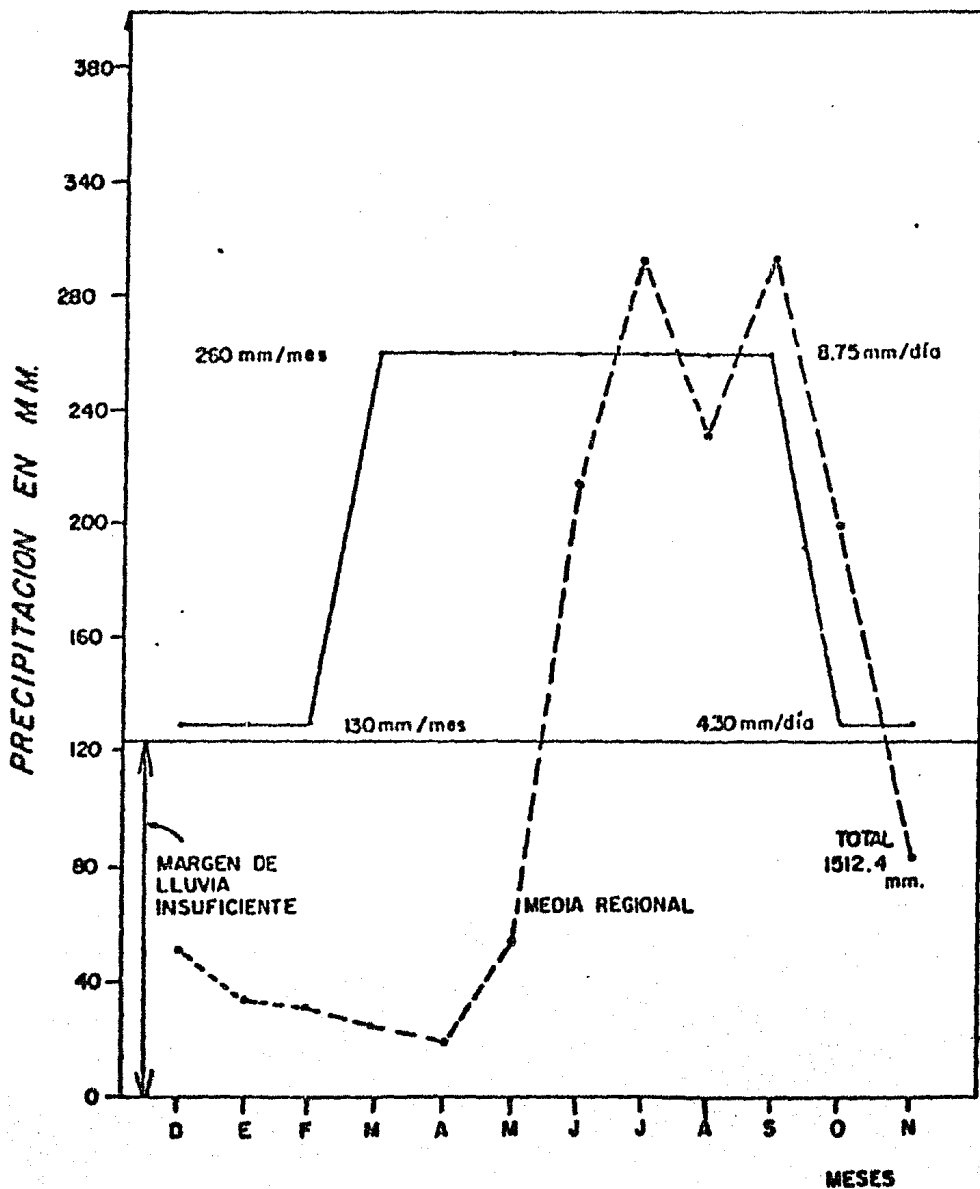
b) Si graficamos la precipitación media regional de las tres estaciones meteorológicas ubicadas en la zona del ingenio San Cristóbal que es de 1 512.2 mm anuales; deducimos que los volúmenes de lluvia no se distribuyen en forma homogénea de acuerdo a los rangos mensuales antes mencionados. Si no que la lluvia media mensual regional es insuficiente durante el período que va del mes de NOVIEMBRE a MAYO por caer menos de 130 mm mensuales; siendo únicamente los meses de JUNIO a OCTUBRE los más húmedos, teniendo dos meses (julio y septiembre) con lluvias mayores de 260 mm y tres meses (junio, agosto y octubre) con lluvias menores de 260 mm mensuales, pero mayores de 130 mm por mes.

c) Si consideramos que dicho ingenio está sujeto a las condiciones del temporal y que las lluvias cercanas o infe-

GRAFICA No. 2

INDICES PLUVIOMETRICOS 'MEDIA REGIONAL' Y SU RELACION CON LA CAÑA DE AZUCAR

INGENIO SAN CRISTOBAL



Fuente: Manual de Campo en Caña de Azúcar. IMPA · 1973

riores a 1 500 mm anuales y mal distribuidas requieren riegos de auxilio para incrementar la productividad por unidad de superficie, llegamos a la conclusión de que el ingenio San Cristóbal requiere de por lo menos 7 riegos de 180 mm, de agua cada uno durante el año, para satisfacer las necesidades de humedad del cultivo de la caña de azúcar. El número de riegos, corresponde a un índice medio, de acuerdo a la escala de índices de riego antes mencionada.

Dicho índice de riego se obtuvo de la siguiente manera:

Se sumaron las precipitaciones medias anuales de las tres estaciones meteorológicas consideradas, a saber:

$$\frac{1\ 474.4 + 1\ 464.3 + 1\ 595.9}{3} = 1\ 512.2 \text{ mm anuales.}$$

Como sólo entre el 70 y 75% de la precipitación es aprovechable, se tendrá:

$$0.70 \times 1\ 512.2 = 1\ 058.54 \text{ mm anuales.}$$

$$365 \times 6.5 = 2\ 373 \text{ mm (necesidades de agua por año).}$$

$2\ 373 - 1\ 058.54 = 1\ 314.46 \text{ mm (lámina anual que se debe adicionar con riego). Por tanto:}$

$$\frac{1\ 314.46}{180} = 7.30 \text{ riegos.}$$

Ahora bien, para las condiciones de México se han considerado los valores de 5.48 y 6.48 mm/día, con una media general de 6.16 mm/día/mes. Por tanto:

$$365 \times 6.16 = 2\ 250 \text{ mm anuales.}$$

$$2\ 250 - 1\ 058.54 = 1\ 191.46 \text{ mm (lámina de riego a-}$$

dicional). Por tanto:

$$\frac{1 \ 191.46}{180} = 6.62 \text{ riegos.}$$

Si analizamos la gráfica número 2 de los índices pluviométricos de la zona del ingenio San Cristóbal, vemos que los meses de marzo a septiembre son los más adecuados para iniciar las siembras del cultivo de la caña de azúcar y que la cosecha deberá realizarse en el período que va de diciembre a mayo.

3.2.3. Probabilidad de la precipitación al 50%. Considerando que la precipitación media mensual y anual representa aproximadamente el 40% de probabilidad de que se presente, fue necesario calcular el 50% de probabilidad de la misma, con el objeto de conocer mejor la realidad del fenómeno lluvia. Según se puede observar en el cuadro número 10, la precipitación media regional de esta probabilidad (50%) es menor a la cantidad de lluvia que se espera en la región del ingenio San Cristóbal si lo comparamos con la media regional. Dicha probabilidad de la lluvia se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{M}{n + 1} \cdot 100 \quad (20)$$

Donde:

Pb = % porcentaje de probabilidad que deseamos conocer.

M = número de orden que se desea conocer.

n = número de años de observación de datos.

1 = constante.

En la lluvia esperada a través del año se define desde

luego un período seco con una precipitación acumulada de 247.7 mm durante los meses de NOVIEMBRE a MAYO, y un período húmedo con 1 163.9 mm de lluvia en los meses comprendidos de JUNIO a OCTUBRE, arrojando un total de 1 405.6 mm de lluvia anual regional con un 50% de probabilidad. Esto significa que de acuerdo con esta probabilidad caerá menos lluvia, aproximadamente 100.0 mm menos que la precipitación media anual regional, disminuyendo por tanto la cuantía de la misma en la distribución mensual.

Si calculamos el número de riegos con esta probabilidad de lluvia anual, tenemos lo siguiente:

$$365 \times 6.5 = 2\,373 \text{ mm anuales.}$$

$2\,373 - 1\,405.6 = 967.4 \text{ mm}$ (lámina de riego adicional). Por tanto:

$$\frac{967.4}{180} = 5.374 \text{ riegos.}$$

Considerando la media general de 6.16 mm/día/año en México, tenemos el siguiente número de riegos:

$$365 \times 6.16 = 2\,250 \text{ mm anuales.}$$

$2\,250 - 1\,405.6 = 844.4 \text{ mm}$ (lámina de riego adicional). Por tanto:

$$\frac{844.4}{180} = 4.691 \text{ riegos.}$$

Este valor que es igual o diferente a cinco riegos, es semejante con el estimado general para las necesidades de riego en los climas templado templado cálido (subtropical) y cálido.

El número de riegos variará de acuerdo con el porcentaje de probabilidad de lluvia con que se calcule, es decir, que con el 50% de probabilidad de la lluvia anual se obtienen 5 riegos de 180 mm cada uno durante el año; y con la lluvia al 70% de probabilidad se obtienen 7 riegos con la misma lámina de lluvia cada uno durante el año. Esto significa que a mayor % de probabilidad de la lluvia anual, se obtienen mayor número de riegos durante el año, puesto que la lámina de lluvia anual es menor a la precipitación media regional que tiene una probabilidad aproximadamente de 40%, y que es mucho más alta.

3.2.4. Precipitación aprovechable al 75%. Sabemos que la precipitación pluvial no se aprovecha al 100%, que gran parte de ella se pierde por evaporación, infiltración y escurrimiento. Tomando en consideración estas fases del ciclo hidrológico, fue necesario calcular en base a la lluvia probable al 50%, la lluvia aprovechable al 75%, obteniendo los siguiente valores. Ver cuadro número 10 del anexo.

Como promedio regional se pierde aproximadamente de la lluvia probable al 50%, cerca de 351.0 mm. Esto quiere decir, que de 1 405.6 mm solamente se aprovecha 1 054.4 mm de lluvia al año en la zona del ingenio San Cristóbal, considerando lluvia insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo de la caña de azúcar, ya que este volumen de agua no se distribuye equitativamente en los dos períodos (seco y húmedo), por un lado tenemos un período bastante seco con 181.4 mm y otro húmedo con 873.0 mm acumulados. Ver gráfica número 2.

Si calculamos el número de riegos que se deben suminis

trar en el ingenio San Cristóbal en base al 75% de lluvia anual aprovechable, tenemos los siguientes datos:

$$365 \times 6.5 = 2\,373 \text{ mm anuales.}$$

$2\,373 - 1\,054.4 = 1\,318.6 \text{ mm}$ (lámina de riego adicional). Por tanto:

$$\frac{1\,318.6}{180} = 7.33 \text{ riegos.}$$

Si tomamos en cuenta que en México se puede utilizar una media general de 6.16 mm de lluvia/día/año, obtendremos los siguientes valores:

$$365 \times 6.16 = 2\,250 \text{ mm anuales.}$$

$2\,250 - 1\,054.4 = 1\,195.6 \text{ mm}$ (lámina de riego adicional). Por tanto:

$$\frac{1\,195.6}{180} = 6.64 \text{ riegos.}$$

En resumen, tanto con el 70 como con el 75% de lluvia aprovechable al año, en la zona cañera del ingenio San Cristóbal se requieren de 7 riegos de 180 mm cada uno durante el año, para satisfacer las necesidades del cultivo de la caña de azúcar.

3.2.5. Factores que afectan la variabilidad de la precipitación. Esta variabilidad interanual de las lluvias abundantes puede ser muy grande, no obstante lo elevado de las precipitaciones medias anuales registradas durante un gran número de años; la variabilidad quizá pueda deberse principalmente, a que las lluvias sobre la región del Papaloapan están fuertemente controladas por el efecto orográfico

co y el carácter unidireccional de la circulación aérea que concurre a producir dicho efecto a los Vientos del Este.

Otro factor que influye en la variabilidad de la precipitación son los vientos dominantes en esta región, que generalmente soplan del mar hacia el continente, contribuyendo juntamente con el calentamiento por el Sol de las vertientes montañosas durante el día, a la producción de nubes de tipo convectivo sobre las propias pendientes montañosas. Si este mecanismo se refuerza por una velocidad incrementada por los Vientos Alisios, durante un año determinado, las precipitaciones serán abundantes; pero si los Vientos Alisios se presentan débiles o inclusive soplan frecuentemente vientos del continente hacia el mar en un cierto año, en dicho año las lluvias serán escasas.

3.3. Evaporación media mensual y anual. Respecto a la distribución de la evaporación media mensual y anual de 21 y 6 años de observación de datos de las estaciones meteorológicas de Cosamaloapan y Novillero, ubicadas en la Cuenca del Río Papaloapan, puede apreciarse lo siguiente. Ver cuadro número 11 del anexo.

a) En general la época de mayor evaporación es la de marzo a junio, con las máximas en el mes de mayo principalmente.

b) La temporada de menor evaporación es la de octubre a febrero, con las mínimas en diciembre o enero.

En la estación de Cosamaloapan se tiene una mayor evaporación anual que es de 1 703.5 mm (100%), en cuyo período seco para efectuar la zafra se evaporan 944.7 mm, que repre

senta el 55.46% del total, y en el período húmedo se evaporan 758.8 mm, es decir, el 44.54% restante. No así en la estación de Novillero donde es inferior la evaporación media anual, de 1 527.5 mm (100%), de los cuales 838.2 mm (54.87%) se evaporan en el período seco y el 45.13% se evapora en el período húmedo, o sea, 689.3 mm.

Como el ingenio San Cristóbal se localiza en su mayor parte sobre la planicie costera, y está sujeto a las altas temperaturas que ejercen un efecto determinante sobre la evaporación durante los meses que van de marzo a octubre, principalmente en el mes de mayo, registrándose una disminución de la evaporación en los meses de noviembre a febrero, ya que disminuye la temperatura y la precipitación.

Así, llegamos a la conclusión de que en la zona del ingenio San Cristóbal se tiene una evaporación media anual regional de 1 615.2 mm (100%), de los cuales, en el período seco se pierden por este fenómeno 891.3 mm (55.18%), y en el período húmedo 723.9 mm (44.82%). Ver cuadro número 11.

Si comparamos estos valores de evaporación con la cantidad de lluvia y temperatura media regional, se observa lo siguiente. Ver cuadro número 12 del anexo.

a) Se define claramente el período de zafra de diciembre a mayo, dado que precipita en este lapso 202.3 mm, 13.4 por ciento del total, y se evaporan 797.1 mm, 49.4 por ciento del total en el mismo intervalo de tiempo.

b) Las altas temperaturas medias regionales influyen de manera definitiva en los incrementos de evaporación con respecto a la lluvia durante el período de marzo a octubre.

c) Los vientos también juegan un papel importante en la zona del ingenio San Cristóbal, ya que incrementan la evaporación.

d) Por otra parte, parece ser que se puede aprovechar la segunda quincena de noviembre y la primera quincena del mes de junio en la época de zafra, prolongando así, a 7 meses la zafra del ingenio San Cristóbal. Esto se demostrará más adelante con la probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm en ambos meses.

Estos datos obtenidos son bastantes parecidos a la distribución espacial de la evaporación media anual que se observa en la lámina XII-b del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975), y que es alrededor de 1 500 mm anuales, valor obtenido entre las curvas de evaporación de 1 400 y 1 600 mm. Inclusive en algunas de las partes más bajas del Río Papaloapan se presentan evaporaciones anuales entre 1 600 y 1 800 mm.

3.4. Otros fenómenos meteorológicos. Otros fenómenos de no menor importancia en la zona de estudio son: nubosidad, vientos, insolación y humedad relativa.

3.4.1. Nubosidad. En general, en todas las porciones de la zona de estudio sigue una marcha anual semejante. Durante el primer trimestre, la nubosidad de tipo estratos es abundante, predominando los días despejados y tendiendo a aumentar al final. Los estratos son bajos, de los cuales se desprenden lloviznas ligeras, excepto los nortes, los cuales producen lluvias de ligeras a moderadas sobre las faldas de la serranía, alcanzando a cubrir la zona del presente estudio. En total se tiene como promedio regional 214.1

días despejados al año.

En el segundo trimestre, el número de días despejados se incrementa alcanzando un máximo durante el mes de mayo y comienza a disminuir a partir de junio, mes en que se inician las lluvias abundantes, sin embargo, los días despejados predominan sobre los medios nublados y nublados. En total se tiene como promedio de la zona del ingenio San Cristóbal 77.6 días medio nublados al año.

A mediados del tercer trimestre se marca muy bien un incremento en el número de días medio nublados en comparación con los días nublados, fenómeno típico del área que origina una ligera disminución en la cuantía de la lluvia en el mes de agosto. Sin embargo, los días despejados siguen predominando sobre los otros en todo este trimestre. Como promedio regional se tiene 75 días nublados al año en la zona del ingenio San Cristóbal.

En el último trimestre, no disminuyen los días nublados y medios nublados, probablemente se asocien con el comienzo de los nortes en el Golfo de México. Ver cuadros números 13, 14 y 15 del anexo.

3.4.2. Vientos. Es un factor externo que influye en el crecimiento de la caña de azúcar "ya que si son muy fuertes serán perjudiciales, porque tienden a disminuir el área foliar, desgarrando las hojas y produciendo daños. Las brisas y vientos leves aumentan la transpiración, favoreciendo la absorción del agua y de los nutrientes. Los vientos constantes disminuyen el desarrollo de la parte aérea de la caña, produciendo plantas raquílicas, con sistemas radiculares más desarrollados". (21)

(21) P.N. Camargo. op. cit. p. 24.

En general los vientos predominantes sobre el área del ingenio San Cristóbal son del NORTE durante la mayor parte del año, y su intensidad varía de vientos débiles durante los meses de abril a agosto, a vientos moderados durante los meses de septiembre a marzo. Esta predominancia de vientos se debe a invasiones de aire provenientes de latitudes mayores, responsables por tanto, de los vientos del norte, que se dejan sentir con alguna fuerza sobre el área de la Cuenca del Papaloapan durante la época del invierno, o bien, al calentamiento de las laderas de las montañas al Oeste y al Sur de la zona de estudio que induce vientos anabáticos ascendentes sobre la misma y que se producen regularmente durante el resto del año.

Es notable la forma en que, la configuración del flujo aéreo sobre el área del ingenio se repita durante los cuatro trimestres del año; indicando esto el fuerte efecto orográfico convectivo a que obedecen los vientos en combinación con las brisas marinas, que no obstante su constancia no adquieren velocidades muy elevadas. Así los NORTES de origen polar, como las brisas marinas que en las costas son del E y ENE, al entrar al continente combinan su acción con los vientos locales.

Según el Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975), en la lámina VI-b el viento dominante anual en la zona del ingenio San Cristóbal es moderado, con velocidades de 13 a 26 km por hora. Los vientos de enero y julio son moderados y también tienen una marcada influencia de los vientos del N y NE con las mismas velocidades (lámina VII-a del mismo Atlas).

Los vientos de velocidades máximas han sido hasta de 70 km por hora aproximadamente, con una frecuencia anual de los vientos del NE del 16% (lámina VII-b' del mismo Atlas). En conclusión, los vientos dominantes anuales tienen una influencia considerable de los vientos ALISIOS, ya que en la planicie costera donde el relieve es poco accidentado, predominan los vientos del N y NE, en otras porciones del área de estudio la topografía local es decisiva en la determinación de la dirección y velocidad de los vientos.

3.4.3. Insolación. La insolación es producto de la radiación solar que directamente es la causante de los diversos elementos del clima.

La insolación se define como el total de horas-luz en el día, se manifiesta por su intensidad y duración (fotoperioridad).

La luminosidad influye en el amacollamiento, crecimiento, formación de materia seca, desarrollo de las raíces, en la absorción del agua y finalmente en la fotosíntesis.

La baja intensidad luminosa disminuye el amacollamiento y viceversa. El amacollamiento es afectado por la duración de la luz, es decir, en días cortos es menor que en épocas de días largos.

Por otra parte, la caña es por excelencia una planta de Sol, por tanto, la intensa luminosidad afecta todo el complejo de su crecimiento. En plena luz del Sol si el amacollamiento es óptimo, existirá una mayor competencia de los tallos por la luz, siendo éstos más delgados y largos, las hojas serán más largas y amarillentas, dando por resul-

tado plantas con menos materia seca. En lugares con deficiente luminosidad y temperatura, el amacollamiento será menor a plena luz, por tanto, la competencia de los tallos por ésta será inferior, las hojas serán largas y verdes, y los tallos más gruesos y cortos.

El efecto de la intensidad luminosa sobre el crecimiento está influido grandemente por la temperatura. En la naturaleza conjuntamente la temperatura, intensidad de la luz y la duración del día muestran un estrecho paralelismo. Influye también en el desarrollo de las raíces abundantes y vigorosas, ya que cuando hay deficiencia de luz, éstas serán escasas, finas y frágiles. Finalmente es importante en la absorción del agua y en el proceso fotosintético, siendo el producto final un carbohidrato.

Considerados estos argumentos, tenemos que la zona del ingenio San Cristóbal queda comprendida en un área de insolación media en el mes de enero entre 30 y 40%, variando ésta en el mes de julio entre el 40 y 50%; siendo la insolación media anual del 30 al 40% (láminas VIII-c, VIII-b del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan).

3.4.4. Humedad relativa. Así como es de gran utilidad el conocimiento de los movimientos de humedad en el suelo, así también lo es la humedad que prevalece en la atmósfera.

"Las condiciones de humedad tanto internas como externas, son esenciales para el crecimiento de la caña. Así como absorbe agua por los pelos radiculares de las raíces, también tiene gran capacidad de absorber agua por las hojas cuando la atmósfera contiene una alta humedad relativa. La

humedad atmosférica afecta la transpiración y por consiguiente la absorción del agua. En los casos de alta humedad atmosférica, los tallos enraizan dentro de las vainas, produciendo raíces aéreas, que es una característica desfavorable".⁽²²⁾

"Aunque el vapor de agua forma únicamente un porcentaje muy bajo de la atmósfera, es el más interesante de los gases atmosféricos desde el punto de vista de los fenómenos que generan el tiempo y el clima. La cantidad de vapor de agua es variable y va de 0 a 5% en volumen".⁽²³⁾

Su importancia radica en lo siguiente:

a) "Cuanto mayor es la cantidad de vapor de agua en el aire, mayor es la capacidad de la atmósfera para producir precipitaciones.

b) El vapor de agua absorbe selectivamente por medio de varias bandas de absorción la energía irradiada por la Tierra, regula la rapidez de la pérdida de calor y juega un papel importante en el calentamiento y enfriamiento de la atmósfera.

c) Cuanto mayor sea la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, mayor capacidad tendrá para producir las tormentas eléctricas.

d) La cantidad de vapor de agua en la atmósfera representa una cantidad de energía en forma de calor latente de condensación que se libera al formarse las nubes y constituye por este sólo concepto un vehículo de transporte de energía en la atmósfera.

e) El origen del vapor de agua proviene de la evapora-

⁽²²⁾ y ⁽²³⁾ P.N. Camargo. op. cit. pp. 27-48.

ción de las aguas de los océanos, también proviene de áreas terrestres húmedas, lagos, vegetación y pequeños depósitos de agua superficiales". (24)

La mayor o menor capacidad del aire para contener el vapor de agua depende de su mayor o menor temperatura. Así tenemos tres tipos de humedad: la absoluta, específica y relativa.

En este caso nos interesa la humedad relativa, que es la "relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y el máximo que puede contener a una cierta temperatura; expresada en porcentaje, es decir, el aire conteniendo 100% de humedad relativa". (25)

Por otra parte, "cuando la humedad relativa es alta se requiere solamente una pequeña disminución de la temperatura para lograr la condensación; cuando ésta es baja, como en los desiertos, se requiere mayor enfriamiento". (26)

Finalmente en lo referente a la distribución superficial de la humedad relativa media anual, en la zona del ingenio San Cristóbal se mantiene una humedad atmosférica constante a través del año y oscila entre 75 y 80%. La humedad relativa media de mayo es de 70 y 75% y en septiembre que es el mes más lluvioso entre 80 y 85%, con una mínima en el mes de abril que es el más seco del 30%, y constituyen valores constantes según las láminas IX-b y IX-c del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975).

(24), (25) y (26) García, E. "Apuntes de Climatología".
pags. 76-77-78 y 80.

3.5. Clasificación del tipo de clima. Para definir y conocer las características climáticas de la zona del ingenio San Cristóbal, fue necesario considerar el clima general de la Cuenca del Papaloapan, para posteriormente particularizar en la zona de estudio.

La Cuenca del Papaloapan situada entre los paralelos 17° y 19° de latitud norte, se encuentra astronómicamente dentro de la región intertropical del Golfo de México, próxima a un gran cuerpo de agua, con aguas confinadas con corriente marina cálida como lo es el Golfo de México, su temperatura es elevada sin estación invernal bien definida, a excepción de las alternancias en la temperatura, debido a la concentración de las precipitaciones pluviales durante los meses de junio a octubre, período donde cae aproximadamente el 85% de la lluvia anual en la Cuenca del Papaloapan.

Según la lámina XVIII del Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975) y siguiendo la clasificación climática de C. W. Thornthwaite, en la cuenca se distinguen cinco fases de tipos de climas, escalonados de NE a SW, y son los siguientes:

1. $C_2 w_2 A'$: Subhúmedo lluvioso, deficiencia grande de agua en invierno, megatérmico.

Este tipo de clima se extiende sobre el terreno bajo, cercano a la costa, existiendo algunas áreas con clima $C_1 w A'$ (Subhúmedo seco, moderada demasía de agua en verano, megatérmico) y aún el $C_1 d A'$ (Subhúmedo seco, pequeña o ninguna demasía de agua, megatérmico).

2. $B_1 w A'$: Húmedo, moderada deficiencia de agua en invierno, megatérmico.

3. A r A' : Perhúmedo, pequeña o ninguna deficiencia de agua, megatérmico.

Ambas fajas climáticas (2 y 3) están regidas por la altitud y se localizan en las partes más elevadas del terreno de la zona costera de la cuenca (Sierra Madre Oriental y Sierra de los Tuxtlas).

4. D d A' : Semiárido, pequeña o ninguna demasía de agua, megatérmico.

5. E d A' : Árido, pequeña o ninguna demasía de agua, megatérmico.

Estos dos últimos tipos de climas (4 y 5) se localizan en la región de la Cañada Poblano-Oaxaqueña, donde la elevada evaporación, los cielos despejados y la alta insolación resultantes de su ubicación en la sombra pluviométrica de la cuenca, así como la tala inmoderada de bosques que se ha realizado en esa región son causa de la aridez.

Desde el punto de vista térmico, se observa una gran uniformidad del clima sobre casi toda el área, a excepción de la tercera fase que muestra una tendencia a ser más frío el clima que en el resto de la cuenca, indicativo del control altitudinal de la temperatura.

Planteadas estas características generales de la cuenca y de acuerdo con el 2º SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA, establecido por el Dr. C. W. Thornthwaite, se calculó y obtuvo los climas de las tres estaciones meteorológicas consideradas como más representativas de la zona del ingenio San Cristóbal, fueron los siguientes. Ver cuadro número 16.

En dicho cuadro de los índices climáticos obtenidos en las tres estaciones meteorológicas, que cubren la zona del ingenio San Cristóbal, se deduce que, está localizado dentro de dos tipos de climas, que son los siguientes:

1. C₁ d A'a' : Semiseco, pequeña o nula demasía de agua, cálido, con concentración de calor normal en el verano.
2. C₂ s A'a' : Semihúmedo, moderada deficiencia de agua estival, cálido, con concentración de calor normal en el verano.

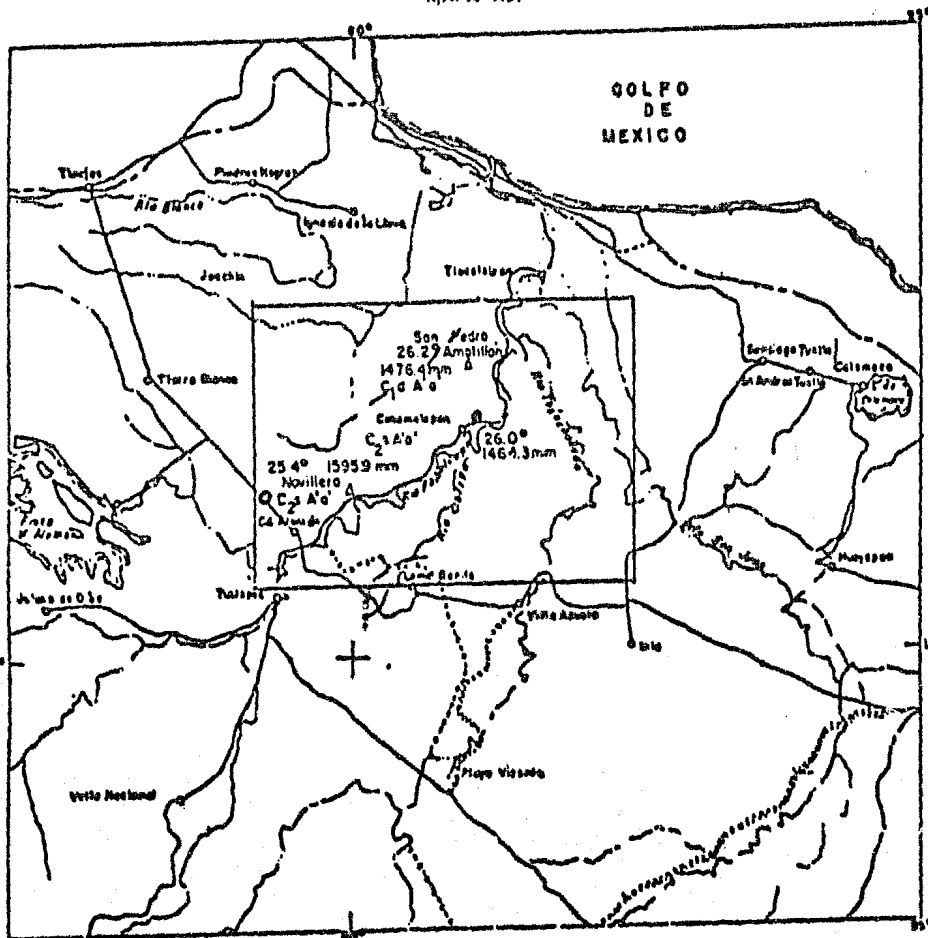
En el mapa número 5, se puede observar que la zona NE de la superficie cultivable del ingenio, es un poco más seco que el resto de la superficie de abastecimiento del mismo; y que del poblado Carlos A. Carrillo hacia aguas arriba del Río Papaloapan, es un poco más húmedo. Los climas presentan canícula, es decir, una pequeña temporada menos lluviosa dentro del período de lluvias, llamada también sequía de medio verano.

"Según Mangelsdorf, las características de un clima ideal para el cultivo de la caña de azúcar son:

- a) Un verano largo y caliente.
- b) Una lluvia adecuada durante el período de crecimiento.
- c) Un clima seco, soleado y frío en la época de maduración y cosecha (pero sin heladas).
- d) Ausencia de huracanes y vientos fuertes". (27)

(27) García E. A. op. cit. p. 13.

MAPA No. 3



CLIMAS DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

□ 3500 Km.²
 ● INGENIO SAN CRISTOBAL
 ○ INGENIO TRES VALLES & EST. METEOROLOGICA
 ESC. 1:1000 000
 0 20 40
 KILOMETROS

CNIA	COMISION NACIONAL DE LA INDUSTRIA AZUCARERA GERENCIA DE PLANEACION	
	CUENCA DEL PAPALOAPAN	
MEXICO, D.F.		

Sin embargo, la inexistencia del riego y el drenaje adecuado de su suelo en la temporada lluviosa, hace que la zona cañera del ingenio San Cristóbal le impida obtener mayores rendimientos de caña en campo e indirectamente más azúcar en fábrica, ya que dicha zona agroindustrial cuenta con un temporal bastante deficiente para el desarrollo normal del cultivo; aunque sí cuenta con características climáticas ideales para el cultivo de la caña de azúcar.

CAPITULO 4.

ANALISIS DE LA PRECIPITACION DIARIA

La importancia de analizar la intensidad y frecuencia de la precipitación diaria, radica en que gran parte de la movilidad del equipo mecánico en el campo está fuertemente determinada por la incidencia de la precipitación pluvial, modificando por tanto, las características de drenaje de los suelos. El ausentismo de la mano de obra y la posibilidad de quemar la caña antes del corte, también dependen de estas condiciones, aunque en menor grado.

Al analizar la precipitación diaria durante el periodo de zafra, trae como consecuencia la detección de DIAS NO LABORABLES por motivos de lluvia intensa, principalmente volúmenes mayores de 10.0 mm que provocan excesos de humedad en los suelos. Desde luego que existen varias técnicas para investigar este fenómeno, aquí tratamos de aplicar algo simple como es la Media Aritmética, esto no quiere decir que sea lo más correcto, puesto que otros métodos con más confiabilidad implicarían estudiar el drenaje de los suelos de la zona del ingenio San Cristóbal, y llevaría más tiempo de investigación, sin embargo, no se descarta la posibilidad de realizarlos por grandes regiones cañeras, lo cual es urgente de hacer, puesto que traería grandes beneficios materiales, humanos y económicos a la Industria Azucarera, como son:

- a) Determinación efectiva de la iniciación y terminación de la zafra.
- b) Mejores rendimientos de caña por hectárea.

- c) Selección del corte de caña en las áreas de campo de cada ingenio.
- d) Detección de zonas inundables o excesos de humedad en los suelos.
- e) Mejoría en las técnicas de drenaje.
- f) Organización planeada de las labores de campo en el período de zafra.
- g) Adecuado abastecimiento de caña a la fábrica.
- h) Mejores rendimientos de sacarosa en caña.
- i) Mejora de la molienda de caña al inicio y fin de zafra, entre otras.

En la práctica, es recomendable recordar que menos de dos tercios de los días trabajables, es decir, menos de 20 días al mes, las actividades de operación de zafra se vuelven muy difíciles, ya que al finalizar la temporada de lluvias, varios factores como: el escurrimiento del agua de zonas altas hacia los terrenos más bajos, impiden las operaciones en los campos del ingenio San Cristóbal en días aparentemente secos. Por lo que, es urgente conocer el comportamiento de la lluvia en los meses más lluviosos en los suelos de mejor drenaje y por otro lado, asegurar las áreas que tengan suelos con drenaje deficiente tanto en el inicio y fin de zafra del ingenio, con el fin de que se siembre, cultive y coseche la caña en los meses más secos. En el caso del ingenio San Cristóbal, se aprovecharían mejor las áreas expuestas a las inundaciones (cercanas al Rfo Papaloapan).

Este tipo de análisis no se ha hecho en México, pero en Guyana y Hawai se han llegado a desarrollar fórmulas empíricas para detectar este fenómeno y han logrado elaborar dos fórmulas para diferentes medios naturales, a saber:

a) Una aplicable en suelos con drenaje deficiente, y otra,

b) En suelos con drenaje adecuado.

Por otra parte, en dichas investigaciones han logrado detectar que en suelos con buen drenaje, la precipitación diaria se comporta de la siguiente manera:

<u>Precipitación diaria.</u>	<u>Características laborables.</u>	<u>Condición de requerimientos.</u>
0 - 5 mm.	Día laborable	1 día de resecamiento
5 - 10 mm.	Día laborable	1 día de resecamiento
10 - 20 mm.	Día no laborable	1 día de resecamiento
20 - 40 mm.	Día no laborable	1 día de resecamiento
+ 40 mm.	Día no laborable	2 días de resecamiento

4.1. Definición del período seco. Para definirlo se recopilaron los registros pluviométricos diarios y por mes de 28 años de observación meteorológica como promedio regional entre las tres estaciones recabadas, consideradas como las más representativas de la zona cañera del ingenio San Cristóbal; así como la precipitación media mensual y anual de las mismas estaciones. De manera que, el período seco comprende el lapso que media entre la terminación de la época de aguas de un año y la iniciación de la misma en el siguiente, o sea, de NOVIEMBRE a JUNIO (242 días).

4.1.1. Días secos durante el estiaje. En el período se ñalado (noviembre a junio), se tiene como promedio regional 197 días secos durante el estiaje, registrando más de 20 días secos los meses de noviembre a mayo y menos de 20 días secos el mes de junio. Ver cuadro número 17 del anexo.

4.1.2. Días con precipitación diaria de 0.1 a 10.0 mm. En este período seco (noviembre a junio) se tiene como promedio regional 32 días de precipitación diaria menor de 10 mm, con una lluvia acumulada de 105.0 mm, es decir, 3.28 mm por día. Siendo los meses más secos de diciembre a mayo y a parentemente más húmedos los meses de noviembre y junio. Sin embargo, la cuantía y frecuencia de esta precipitación no es una limitante, esto significa que son días laborables. Ver cuadro número 18 del anexo.

4.1.3. Días con precipitación diaria mayor de 10.0 mm. Esta magnitud de precipitación si puede afectar las labores agrícolas en el período de zafra, ya que los suelos requieren de por lo menos de 1 a 2 días de resecamiento, si es que presentan buen drenaje; de otra forma, tal vez se requiera de mayor tiempo si son precipitaciones mayores de 40.0 mm.

En el período seco (noviembre a junio) se tiene como promedio regional 16 días de precipitación diaria mayor de 10.0 mm, con una lluvia acumulada de 411.0 mm, es decir, 25.7 mm de lluvia por día; siendo los meses de diciembre a mayo los menos lluviosos, ya que se acumulan 7 días de lluvia diaria mayor de 10.0 mm, con una precipitación acumulada de 158.0 mm, es decir, 22.6 mm de lluvia por día. Estos días no son laborables por el exceso de agua en los suelos, requiriéndose, como ya se dijo, por lo menos de 1 día de re

secamiento, por ser días con lluvias mayores de 20.0 mm. Ver cuadro número 19 del anexo.

Por otro lado, en el mismo cuadro observamos que durante el período más seco de noviembre a junio, los meses más lluviosos son noviembre y junio. El mes de junio presenta 6 días de lluvia diaria mayor de 10.0 mm, con una precipitación acumulada de 189.0 mm, es decir, 31.5 mm de lluvia por día. Por lo que respecta al mes de noviembre, éste se presenta de la siguiente manera: 3 días de lluvia diaria mayor de 10.0 mm, con una precipitación acumulada de 65.0 mm, es decir, 21.7 mm de lluvia por día. En total, en estos dos meses (noviembre y junio) se tienen 9 días no laborables por excesos de humedad en los suelos. Ver cuadro número 19.

4.1.4. Días efectivos de zafra y tiempos perdidos. Si analizamos detenidamente el cuadro número 20 del anexo, veremos que las fechas de iniciación y terminación de la zafra del ingenio San Cristóbal han sido muy variables, no se aprecia una fecha definida en sus labores de zafra. Así tenemos que en los últimos 24 años de zafra del ingenio una duración máxima de 211 días y una mínima de 120 días, equivalente a 5 046 y 2 880 horas respectivamente, es decir, de más a menos tiempo trabajado por el ingenio. Su capacidad de molienda tanto teórica como real en 24 horas ha ido de menos a más y su producción tanto de caña molida como azúcar producida ha ido de más a menos, reflejándose un producto per cápita máximo de 307.73 toneladas de azúcar con menor número de obreros, y un mínimo de 38.97 toneladas de azúcar con mayor número de mano de obra, es decir, que en la medida que el ingenio ha incrementado el número de obreros, su producción debió haberse reflejado con mejores rendimientos

tanto de fábrica como en campo, pero la realidad demuestra lo contrario, ya que sus tiempos perdidos se han ido incrementando de un mínimo de 22.73% hasta un máximo de 52.31% a lo largo de los últimos 24 años de zafra.

Por otro lado, como simple referencia se pueden observar las zafras de mayor y menor duración en los cuadros números 21 y 22 del anexo.

De acuerdo con estos datos, se puede inferir que las zafras de mayor duración en días, menos tiempos perdidos y más días efectivos de molienda han sido únicamente 12 en los últimos 24 años. Registrándose en ese lapso la mejor zafra del ingenio (66-67). En estas doce zafras se registró un mínimo de tiempos perdidos de 22.73% en la zafra 62-63 y un máximo de 40.42% en la zafra 65-66. Sus moliendas efectivas estuvieron por arriba de los 120 días, pero no mayores de 143 días. Por otra parte, las zafras de menor duración en días han sido también 12 en sus últimos 24 años. Los tiempos perdidos se incrementaron por arriba del 29.1% de la zafra 82-83 hasta un máximo de 52.31% en la zafra 80-81. La molienda efectiva en días fue de un máximo de 120 días en la zafra 72-73 a un mínimo de 70 días en la zafra 81-82 que ha sido la más corta en los últimos 24 años.

Ante esta situación se determinó el período seco de la región cañera del ingenio San Cristóbal, que va de NOVIEMBRE a JUNIO y que comprende 242 días (100%), de los cuales, 16 días (6.6%) no son laborables por se días con lluvias mayores de 10.0 mm, para que con base en esto y al considerar los tiempos perdidos se puedan dar las posibles alternativas de iniciación y terminación de la zafra del ingenio.

4.1.5. Alternativas de iniciación y terminación de la zafra. Para determinar la iniciación y terminación de la zafra del ingenio San Cristóbal, fue necesario recabar y calcular los días de precipitación diaria mayor de 10.0 mm, la distribución de la precipitación mensual durante todo el año, y en base a las proyecciones de superficie, producción de campo, capacidad de molienda aprovechable y tiempos perdidos se dan las siguientes alternativas. Ver cuadros números 23 y 24 del anexo.

a) Zafra del 1° de noviembre al 30 de junio. Para esta primer alternativa se dispone teóricamente de 242 días de zafra (100%), si de éstos restamos 16 días (6.6%) por lluvia diaria mayor de 10.0 mm (ver cuadro número 19), y un 39.87% de tiempo perdido por otros factores, nos da un total de 46.47% de tiempo global perdido, es decir, 112.45 días no laborables; quedándonos un total de 130 días de molienda efectiva, días que caen en las zafras de mayor duración que ha registrado el ingenio San Cristóbal en sus últimos 24 años.

Por tanto, la unidad fabril deberá moler 17 980.20 toneladas de caña diaria (TCD), procesando así 2 337 426 toneladas de caña al año.

Esta alternativa sería ideal en la medida que el ingenio vaya ampliando su superficie de cultivo, de tal manera, que si puede procesar el estimado de la zafra 87-88 que puede ser de 2 383 405 toneladas de caña anual, desde luego si reduce más sus tiempos perdidos por otros factores, la fábrica estaría en la posibilidad de llegar a moler más caña, o en su defecto podría tal vez, llegar a moler los 2 886 074

toneladas de caña de la zafra 66-67, máxima producción alcanzada por el ingenio, por tanto, la fábrica tendría que moler 22 200.57 TCD, molienda bastante aproximada a la que obtuvo en la zafra 66-67, que fue de 21 628 TCD, aunque ésta zafra inició el 5 de diciembre y terminó el 9 de junio, utilizando 137 días de molienda efectiva y no 130 días que aquí se proponen.

Esta alternativa tiene sus riesgos, en el sentido de que como el período de zafra es muy amplio, tal vez se pierda el óptimo contenido de sacarosa en caña, debido a la variabilidad de los fenómenos climáticos, ya que este período de noviembre a junio presentará más contenido de humedad relativa en la atmósfera y por consiguiente mayor contenido de humedad en los suelos de la región cañera del ingenio San Cristóbal. Implica también mayores costos de inversión, pero si los beneficios que se puedan obtener son mayores a las inversiones, sería recomendable tomar en consideración dicha alternativa.

b) Zafra del 16 de noviembre al 15 de junio. Una segunda alternativa obligó a calcular la probabilidad de la precipitación diaria mayor de 10.0 mm, de los meses de noviembre y junio al 50%; así como su frecuencia y magnitud de la precipitación durante estos meses, codificándose más de 20 años de registro pluviométrico, obteniéndose los siguientes parámetros:

1. La suma de la precipitación por día y por mes.
2. La suma de la precipitación diaria mayor de 10.0 mm por día/mes/año.
3. El número de años en que se presentó esa precipita-

ción diaria mayor de 10.0 mm, (frecuencia).

4. Porcentaje de probabilidad con que se presentaron dichas precipitaciones mayores de 10.0 mm/día/año.
5. La magnitud de precipitación diaria mayor de 10.0 mm, durante todo el mes.

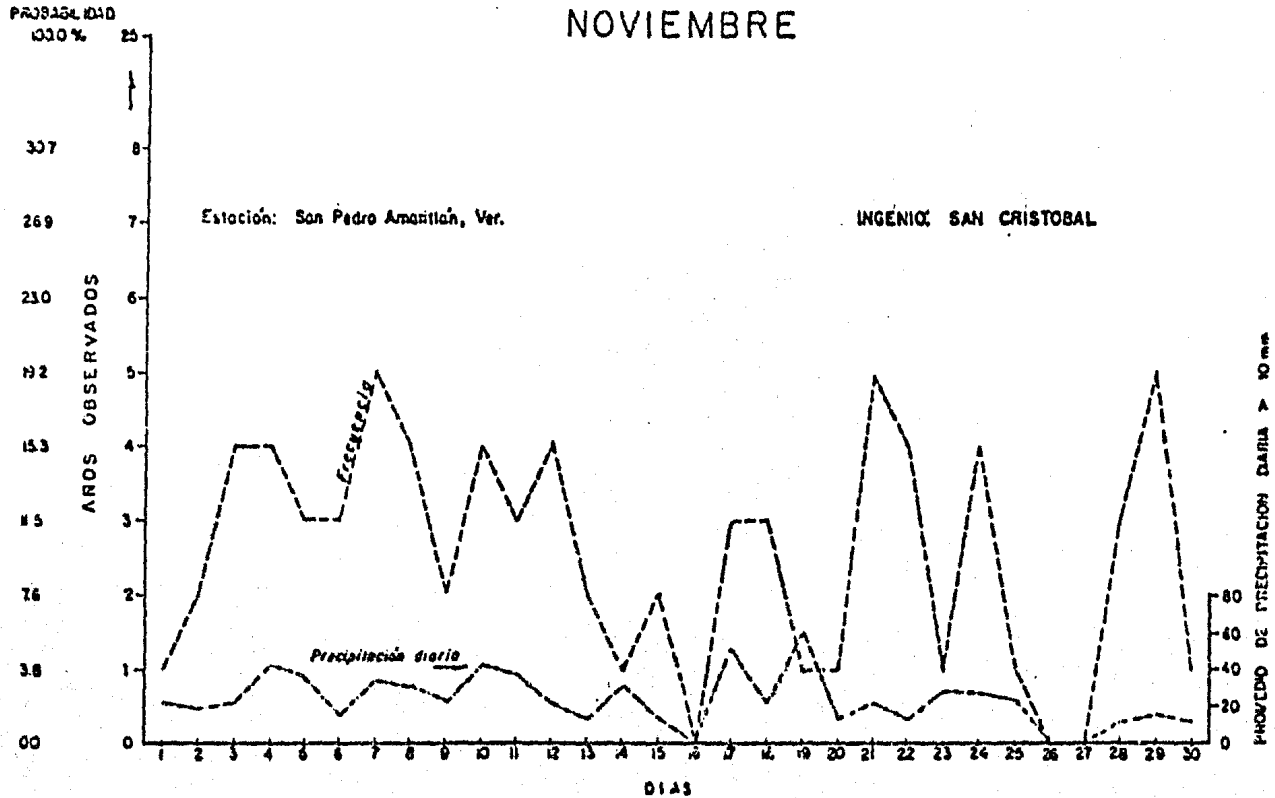
Como se podrá observar en los cuadros números 25, 26 y 27 y las gráficas números 3, 4 y 5, el mes de noviembre es totalmente seco, ya que la probabilidad al 50% de la precipitación diaria nos indica que no se esperan lluvias diarias inferiores o mayores de 10.0 mm durante todos los días del mes. Por lo que respecta a las lluvias diarias mayores de 10.0 mm, éstas se presentan con un promedio de 2.6 días, con una lluvia diaria acumulada de 67.833 mm, es decir, 26.1 mm por día, sin embargo, las probabilidades que tienen de presentarse son mínimas y oscilan entre el 3.4% y 19.2%. Finalmente el promedio de la lluvia acumulada durante todo el mes, tiene una probabilidad de que se presente de 34.5% al 42.9% en la zona del ingenio San Cristóbal.

Por otra parte, considerando que el período de lluvias intensas de la región termina en octubre, se da un margen de 15 días (primera quincena de noviembre) para que los suelos arenos-arcillosos que son predominantes en la zona, tengan tiempo de drenar la intensa lluvia acumulada del período húmedo y poder iniciar de esta manera, sin ningún riesgo la zafra el 16 de noviembre, aunque debe aclararse que todo el mes es laborable, siendo únicamente algunos días de la primera quincena en que se presentan con más intensidad y frecuencia las lluvias diarias mayores de 10.0 mm.

Posteriormente, analizando el mes de junio en los cua-

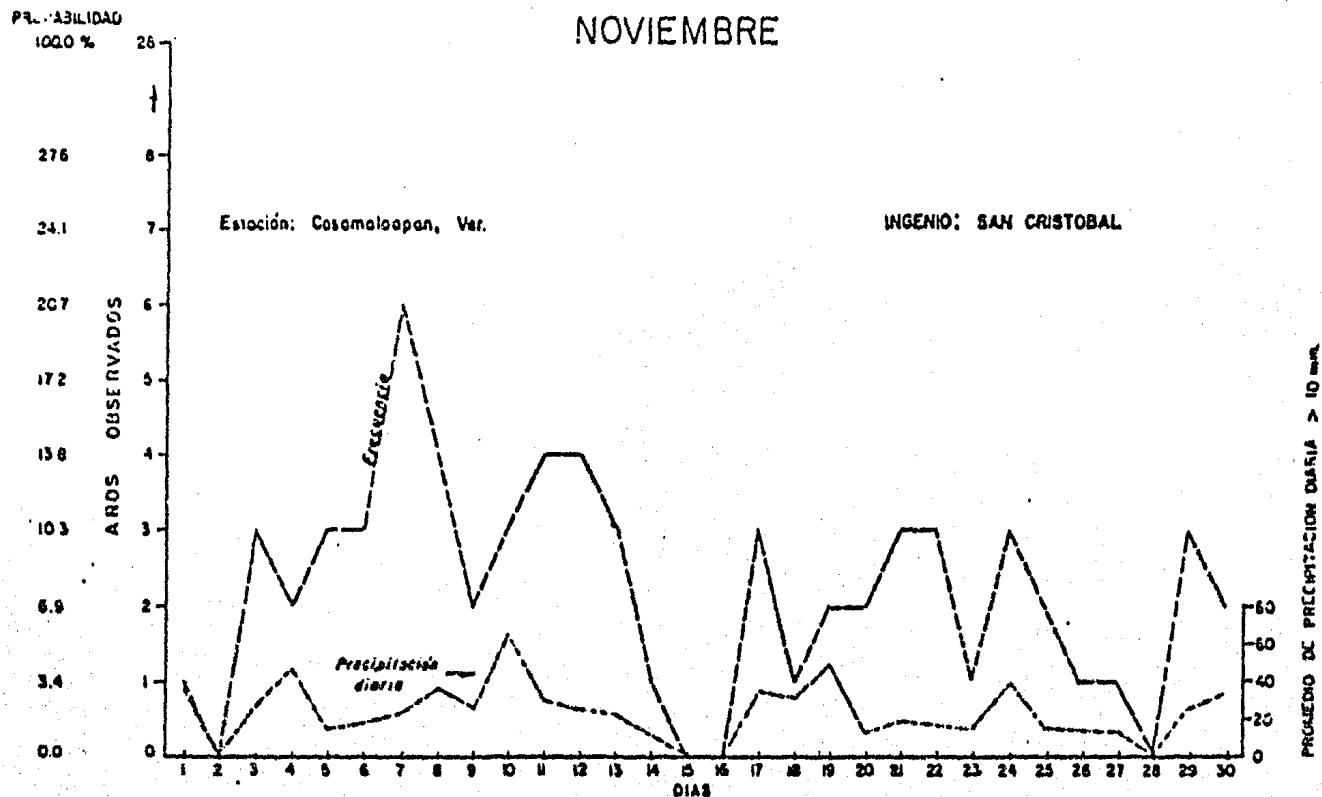
GRAFICA No. 3

PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10mm, NUMERO DE AÑOS EN QUE SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 25 AÑOS



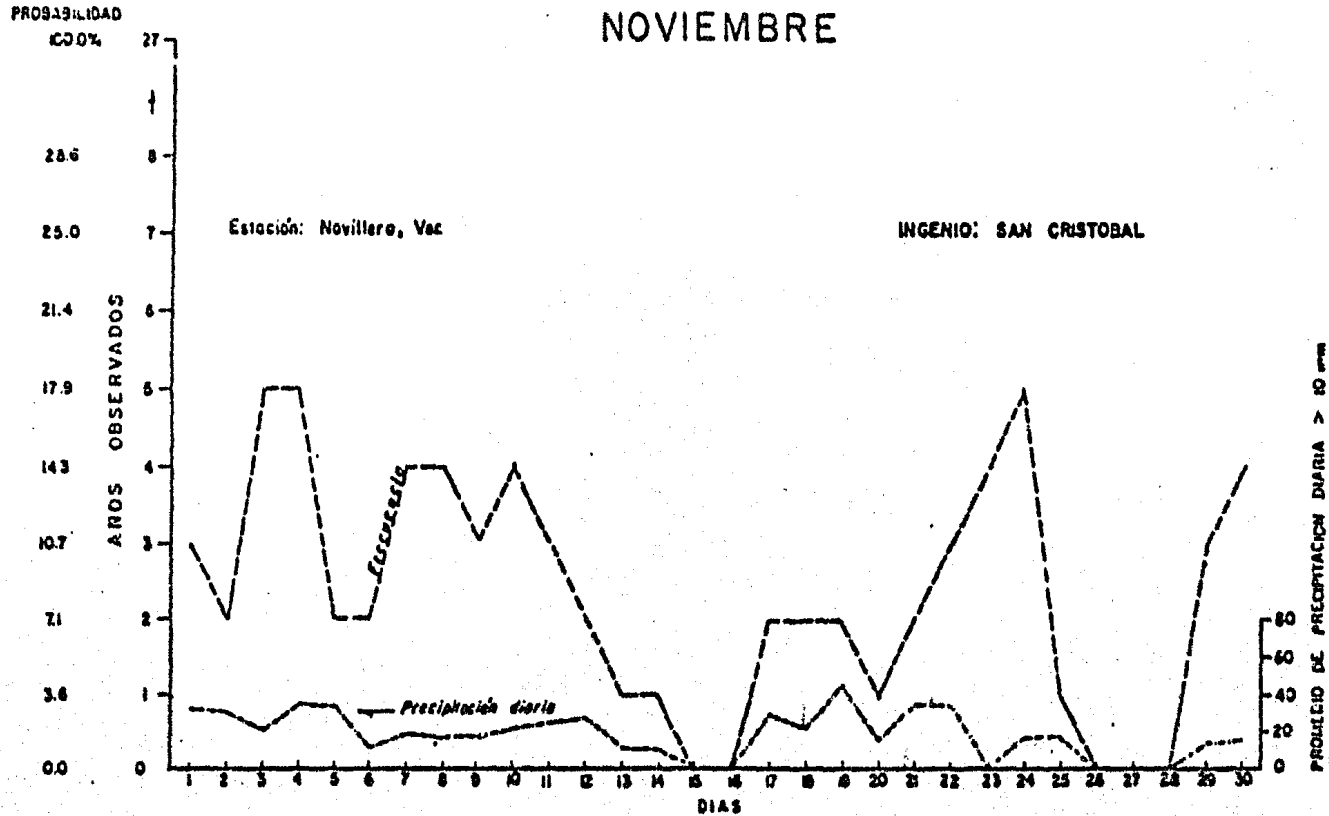
GRAFICA No. 4

PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10 mm, NUMERO DE AÑOS EN QUE SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 28 AÑOS



GRAFICA No. 5

PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10 mm, NUMERO DE ANOS EN QUE SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 27 ANOS

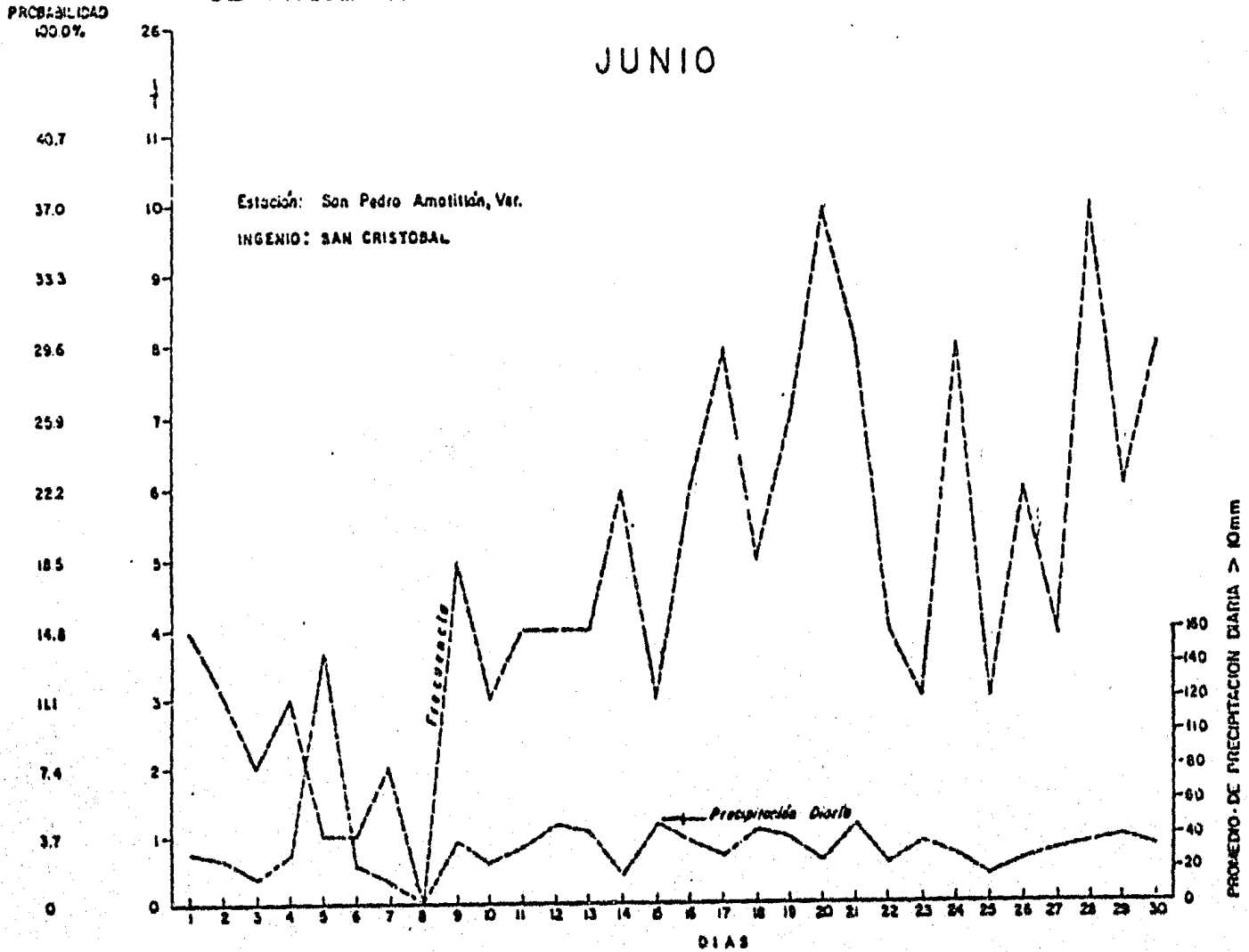


dros números 28, 29 y 30 del anexo, observamos que dicho mes es más lluvioso que el mes de noviembre, principalmente durante la segunda quincena que marca prácticamente el inicio de la época lluviosa en la zona del bajo Papaloapan. Por lo que, la probabilidad de la lluvia diaria al 50% o más, nos indica que sí es de esperarse lluvias diarias inferiores a 10.0 mm durante la segunda quincena del mes. Por otro lado, las lluvias diarias mayores de 10.0 mm, se presentan con un promedio regional de 6.146 días, con una lluvia acumulada de 189.059 mm, es decir, 30.76 mm/día. Sin embargo, las probabilidades de presentarse son mínimas en la primera quincena y oscilan entre el 3.1% y 24.1%, siendo únicamente de cierto riesgo los días 1, 4, 9, 11, 12, 13 y 14 por tener probabilidades mayores del 10% pero inferiores al 24.1%. Finalmente el promedio de la lluvia mensual durante dicho mes tiene una probabilidad de que se presente de 53.1% al 65.5%.

Tomando en cuenta que el período de lluvias intensas se inicia en el mes de junio, se puede aceptar un margen de tolerancia de 15 días (primera quincena) como límite de fin de zafra, ya que en la segunda quincena las lluvias se intensifican y se presentan con mayor frecuencia las lluvias diarias mayores de 10.0 mm. Ver gráficas números 6, 7 y 8.

Considerados estos argumentos, la segunda alternativa dispone teóricamente de 212 días (100%), de éstos, 8.23 días (3.88%) son con lluvias diarias mayores de 10.0 mm, (suma de días a partir del 16 de noviembre al 15 de junio), con una lluvia diaria mayor de 10.0 mm de 244.04 mm, (promedio acumulado), es decir, 29.65 mm/día. Al restar el 3.88% de lluvias diarias mayores de 10.0 mm, nos queda un 39.87% de tiempos perdidos por otros factores; así tenemos un 43.75%

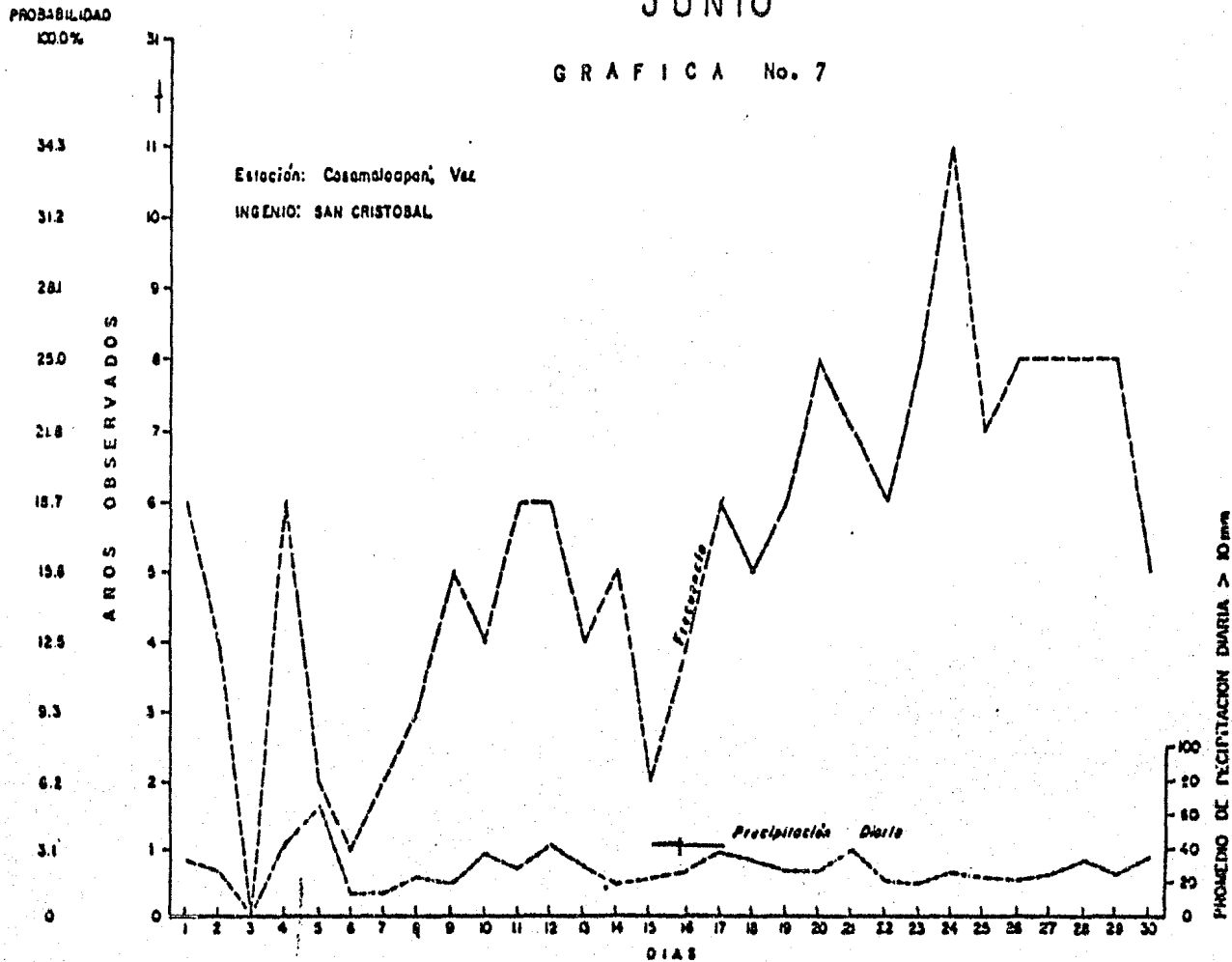
PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10mm, NUMERO DE AÑOS EN QUE SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 26 AÑOS



PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10mm, NUMERO DE AÑOS EN QUE SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 31 AÑOS

JUNIO

GRAFICA No. 7



PROBABILIDAD
100.0%

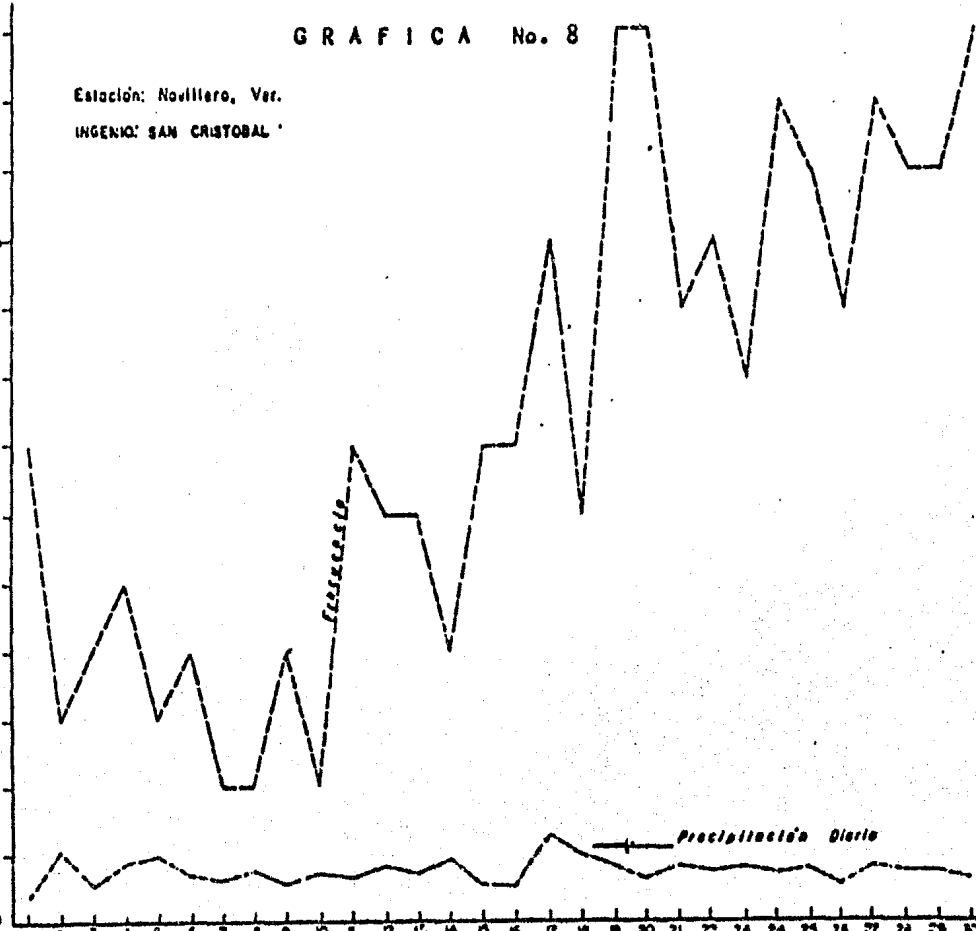
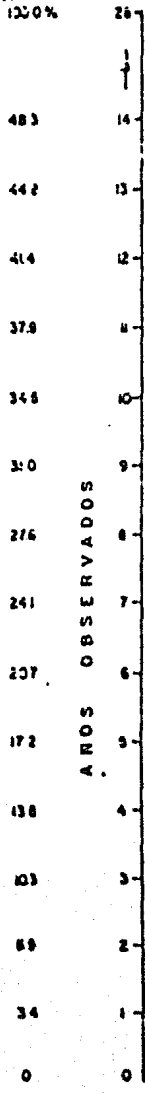
PRECIPITACION MEDIA DIARIA > 10 mm, NUMERO DE AÑOS EN QUE
SE PRESENTA Y SU PROBABILIDAD EN UN PERIODO DE 28 AÑOS

JUNIO

GRAFICA No. 8

Estación: Navillero, Ver.
INGENIO: SAN CRISTOBAL

AÑOS OBSERVADOS



PROBLEMA DE PRECIPITACION DIARIA > 10 mm

de tiempo global perdido, es decir, 92.75 días no son laborables, arrojando un total de 119 días de molienda efectiva y que comparándolo con la zafra de mayor duración efectiva de molienda (1959-1960) de los últimos 24 años, que fue de 143 días, los días disponibles en esta alternativa está por abajo de ésta en un 16.8%. Por lo tanto, si el ingenio procesa 17 980.20 toneladas de caña diaria (TCD), alcanzará una molienda de 2 139 643 toneladas de caña al año.

A esta segunda alternativa se le da mayor prioridad que la primera, puesto que se delimita mejor el período seco de los meses de noviembre y junio, conservando además una duración de molienda efectiva de 119 días. Esta propuesta es un poco más idónea en la medida que se vaya ampliando la superficie de cultivo del ingenio San Cristóbal, de manera que, si se desea procesar el estimado para la zafra 87-88, de 2 383 405 toneladas de caña, desde luego reduciendo más los tiempos perdidos, la unidad deberá moler 20 028.61 toneladas de caña diaria (TCD). Para realizar la molienda de 2 886 074 toneladas de caña que registró el ingenio San Cristóbal en la zafra 66-67, con una molienda de 21 628 toneladas de caña diaria (TCD), la unidad fabril tendría que procesar 24 252.72 TCD. La pequeña diferencia de 2 624.72 toneladas se debe a la reducción y aumento de tiempos perdidos. Finalmente, esta alternativa se reduce en un 8.46% en relación a la primera, es decir, 11 días menos que la de 130 días.

c) Zafra del 1° de diciembre al 31 de mayo. Para esta tercera alternativa se dispone teóricamente de 182 días (100%), si le descontamos 6.95 días (3.81%) de lluvia diaria mayor de 10.0 mm, y un 39.87% de tiempos perdidos por

otros factores, nos da un total de 43.68% de tiempo perdido global, es decir, 79.49 días no son laborables, quedando un total de 103 días efectivos de molienda.

Si comparamos esta duración de molienda con la primera y segunda alternativa en las que se pierden 27 días (20.8%) y 16 días (13.5%) respectivamente, esta tercera opción resulta más viable, ya que abarca un período más seco en relación a las dos primeras alternativas, favoreciendo el incremento y el punto óptimo de sacarosa en caña.

La duración de molienda efectiva de 103 días es semejante en promedio a la duración de la zafra 78-79, la cual procesó 1 807 801 toneladas de caña, con una producción de 120 968 toneladas de azúcar, manteniendo tiempos perdidos por arriba del 30% y con una molienda de 17 272 TCD. Por lo tanto, si el ingenio procesa 17 980.20 TCD, anualmente procesaría 1 851 960 toneladas de caña en 103 días de molienda efectiva. Si por el contrario, se deseara procesar 2 383 405 toneladas de caña del estimado de la zafra 87-88, la unidad deberá procesar 23 139.85 TCD, desde luego reduciendo tiempos perdidos e incrementando los rendimientos en fábrica.

d) Zafra del 1º de enero al 31 de mayo. Esta última alternativa comparándola con las tres anteriores, es la más corta y la más seca en lluvias, favoreciendo a un mejor contenido de sacarosa en la caña, es decir, su punto óptimo no sólo por el grado de humedad que existe en los suelos, sino porque se incrementan las temperaturas.

Teóricamente se dispone de 151 días (100%), de los cuales 5.75 días (3.8%) son con lluvias diarias mayores de 10

mm, y el 39.87% son tiempos perdidos por otros factores, es decir, que los tiempos perdidos globales bajan a un 43.67%. Esto significa que se pierden 65.94 días de labores, quedando un total de 85 días de molienda efectiva.

Debido a su semejanza, durante las 7 zafras antes de la última, el ingenio San Cristóbal ha adoptado predominantemente por este tipo de alternativa, en las cuales la superficie del ingenio se redujo notablemente y por ende el cultivo de la caña, siendo además las zafras durante las cuales se dispararon bruscamente los tiempos perdidos por arriba del 40%; a excepción de la última zafra, 82-83 que dispuso de menos días de zafra (139 días), y de ellos solamente 99 días fueron de molienda efectiva, aumentando su superficie de cultivo y reduciendo a un 29.1% los tiempos perdidos globales, trayendo como consecuencia la recuperación de su producción en azúcar que fue de 175 mil toneladas.

De esta manera, si la unidad fabril mantiene una molienda de 17 980.20 TCD, procesará aproximadamente 1 528 317 toneladas de caña al año. Por otro lado, si se desea procesar el estimado de la zafra 87-88 de 2 383 405 toneladas de caña, el ingenio deberá reducir el porcentaje de sus tiempos perdidos en fábrica; de lo contrario la fábrica del ingenio tendría que procesar 28 040.06 TCD, capacidad de molienda instalada que no se vislumbra a corto ni a largo plazo. Sin embargo, como el ingenio San Cristóbal tiende a incrementar su superficie cultivable inclusive haciéndola más compacta, obligaría a desechar esta alternativa, a menos que se mejoren e incrementen sus rendimientos de fábrica por arriba del 10%, de lo contrario, la capacidad de molienda de la fábrica

se elevaría notablemente, disparándose en relación a los estimados propuestos. En esta alternativa lo ideal sería molter menos caña pero sacar mayores rendimientos de azúcar, porque si bien el período es más seco que las demás alternativas, lógico es pensar que se cultive mejor caña, más limpia, con mayor contenido de sacarosa y lo importante que se reduzcan sus tiempos perdidos, sino seguirá arrojando como ~~en~~ los últimos 10 años, números rojos, es decir, menos ganancias pero mayores costos de inversión en todo el proceso de la producción.

4.1.6. El clima y la importancia del período seco para la cosecha de la caña de azúcar. Durante la época de zafra, la temperatura y precipitación, como ya se mencionó, juegan un papel muy importante en el contenido de sacarosa de la caña, además de ser los elementos más importantes del clima; cuando llueve durante el período de zafra se estimula el crecimiento vegetativo de la caña, aumenta la humedad en los tallos y el porcentaje de azúcares reductores, disminuyendo el porcentaje de azúcar recuperable. Por otra parte, cuando se presentan grandes variaciones entre las temperaturas máximas y mínimas antes de los dos meses anteriores a la cosecha, se estimula la síntesis de sacarosa. De manera que por eso se hace necesario pronosticar la mejor época de zafra de un ingenio desde el punto de visto climatológico.

Todo lo que se requiere es contar con datos de un registro meteorológico, establecer valores medios de los elementos estudiados y, con base en ellos, elegir el período más seco que presente las mayores oscilaciones entre las temperaturas máximas y mínimas. Esto conducirá a una época de za

fra apropiada, durante la cual podrían obtenerse los máximos rendimientos posibles en fábrica, por efecto de los elementos del clima.

Una misma variedad de caña, variará su grado de madurez de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes. El clima es un factor determinante en el desarrollo de la caña y en general de todos los cultivos, por lo que, es un buen indicador del grado de madurez de la misma.



FACULTAD DE FILOLOGÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

CAPITULO 5

METODOS DEL CALCULO DEL USO CONSUNTIVO

Para la determinación de las necesidades de agua de los cultivos, se deben tomar en consideración varios factores como son: clima, suelo, humedad del suelo, fertilidad, prácticas agrícolas, riego, otros. En suma, las condiciones locales juegan un papel importante que hacen que se vuelvan imprescindibles para determinar una estimación de la disponibilidad y las necesidades de agua que exige un determinado cultivo como lo es la caña de azúcar. Este procedimiento debe realizarse en todas las regiones cañeras de México, principalmente las que se encuentran sujetas a condiciones de temporal, con el único fin de realizar una verdadera planificación agrícola dentro del sector azucarero.

Con frecuencia muchos métodos se han aplicado en condiciones geográfico-agronómicas muy distintas de aquéllas en las que fueron concebidos. Por ello, dada la diversidad de climas existentes en México, es recomendable utilizar el método de Blanney-Criddle solamente para períodos de un mes o más; para mayores detalles el sistema de C.-W. Thornthwaite.

Por lo tanto, los métodos utilizados en este estudio para determinar la estimación de las necesidades de agua del cultivo de la caña de azúcar, se consideran adecuados para efectos de una planificación preliminar. Sin embargo, hay que tener presente que ciertos factores de carácter práctico, técnico, social y económico locales pueden repercutir en gran medida en el criterio final de planificación que se escoja.

Para establecer el uso consuntivo de una planta, es preciso realizar experimentos que incluyan diferentes niveles de humedad en los suelos, fertilidad y densidades de siembra con el objeto de definir finalmente la evapotranspiración. Tales trabajos se han realizado esporádicamente en México por el INIA y la Dirección General de Distritos de Riego de la SARH. Estas estimaciones se valen de métodos in directos.

Los métodos indirectos más usados son los teórico-empíricos propuestos por Blanney-Criddle y C. W. Thornthwaite, basados en relaciones entre la radiación solar, temperatura y el tipo de planta, después de eliminar otros factores como: la humedad relativa del aire y la velocidad del viento a diferentes alturas sobre las superficies cubiertas de vegetación.

Los usos consuntivos mensuales de la caña de azúcar en una misma zona varían según las fechas de siembra, corte y la época del año. Dependen también no sólo de la especie, variedad y clima, sino de la forma misma de realizar los riegos durante el ciclo fisiológico de la planta.

El objetivo principal en este capítulo consiste en estimar la insuficiencia o excedencia de agua para la caña de azúcar a nivel microregional como lo es el ingenio San Cristóbal, para posteriormente realizarlo por grandes zonas cañeras, permitiendo establecer un índice de comparación entre ellas. Obviamente la elección del método también vendrá determinado por el tipo de datos meteorológicos disponibles.

5.1. Método de Blanney-Criddle y la eficiencia del temporal. Estos autores toman como factores del clima los si-

güientes parámetros:

- a) Temperatura media en °C.
- b) Fotoperíodo.
- c) Coeficiente de crecimiento (Kc).
- d) Latitud del lugar.

Estos autores perfeccionaron su fórmula aplicándolo en una gran variedad de lugares, los resultados dieron la siguiente ecuación, que es mucho más simple que la de C. W. Thornthwaite:

$$E_t \text{ ó UC} = KF = \sum k_f = K \sum pt \quad (28)$$

Donde:

E_t ó UC = uso consuntivo o evapotranspiración total del cultivo en cm, durante un período dado.

K = coeficiente de corrección, que depende del cultivo y su época de desarrollo (es el promedio de los "k" mensuales).

F = factor de temperatura y luminosidad del uso consuntivo durante el período (igual a la suma de temperaturas medias mensuales "f" y el % de horas diurnas anuales).

$$F = \sum_1^n f$$

Donde:

n = número de veces.

f = factor climático.

(29)

$$f = p \left(\frac{t + 17.8}{21.8} \right)$$

Donde:

f = factor del uso consuntivo mensual = $\frac{t \times p}{100}$

t = temperatura media mensual en °C.

p = % de horas-luz del mes, con respecto al total anual.

Por otra parte, como ya se mencionó en páginas anteriores, estos autores sostienen que el consumo de agua necesaria para la caña de azúcar varía según las regiones climáticas en que se encuentre: éstos consideran áreas idóneas a aquéllas que disponen de 5.48 y 6.84 mm/día, equivalentes a 2 000 y 2 500 mm, anuales con una media general de 6.16 mm, por día/mes, equivalente a 2 250 mm, anuales. Areas con precipitaciones menores de 1 500 mm, y mal distribuidas durante todo el año requerirán riegos de auxilio.

Con estos antecedentes, la lluvia que cae en la zona del ingenio San Cristóbal es aproximadamente de 1 512.4 mm, anuales (promedio regional), al 50% de probabilidad 1 405.6 mm, anuales y como lluvia aprovechable al 75% 1 054.4 mm, al año. Ver cuadro número 10 del anexo.

Si comparamos estos valores con los índices pluviométricos que exige el uso consuntivo, que es de 1 663 mm, en la estación meteorológica de San Pedro Amatitlán (5.6 riegos), en Cosamaloapan 1 655 mm, es decir (5.6 riegos) y en Novillero 1 631 mm (5.7 riegos); llegamos a la conclusión que estos niveles de agua son insuficientes para mantener una humedad adecuada en los suelos, por lo que la zona del ingenio San Cristóbal requiere de 5.63 riegos de auxilio (promedio) de aproximadamente 180 mm, cada uno durante el año.

(29) Castilla, P. O. Determinación Práctica del Uso Consuntivo, p. 41.

Por tanto, si el uso consuntivo anual de acuerdo con el método de Blanney-Criddle, nos indica que la zona cañera del ingenio San Cristóbal, debe disponer de una lámina de agua de 1 649.79 mm, anuales (promedio regional), tendremos los siguientes valores:

$$0.75 \times 1\ 649.79 = 1\ 237.3425 \text{ mm, anuales.}$$

$$6.16 \times 365 = 2\ 250 \text{ mm, anuales.}$$

$2\ 250 - 1\ 237.3425 = 1\ 012.7 \text{ mm, anuales (necesidades de agua durante el año).}$ Por lo tanto, si la lámina de riego debe ser de 180 mm, nos dará el siguiente número de riegos:

$$\frac{1\ 012.7}{180} = 5.63 \text{ riegos } \neq 6 \text{ riegos, durante el año.}$$

Ahora bien, si comparamos esta estimación de lluvia de 2 250 mm, que consideran estos autores con la lluvia aprovechable que es de 1 054.5 mm en promedio regional de las 3 estaciones meteorológicas, tendremos un déficit de 1 195.5 mm, de lluvia anual, que deberá satisfacerse con 6.64 riegos de aproximadamente 180 mm, cada uno durante el año. Número de riegos muy similar al obtenido anteriormente, que puede ser igual o diferente a 6 riegos. Por otro lado, de acuerdo con el Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan (1975), la evapotranspiración anual de la zona cañera del ingenio San Cristóbal es mayor de 1 500 mm, anuales. Así conocemos que la eficiencia del temporal en la zona del ingenio, es bastante deficiente ya que tiene una efectividad del 61.1% en promedio. Ver cuadros números 31, 32 y 33 del anexo.

Debido a que las estaciones húmeda y seca están bien

definidas, el ingenio San Cristóbal deberá drenar perfectamente sus suelos en la época lluviosa (junio a octubre), principalmente los meses de julio y septiembre que presentan un ligero excedente de humedad. En el período seco, los déficits de humedad se satisfacerían con riegos de auxilio, ya que en su mayor parte la zona es de temporal y solamente una pequeña porción dispone de riego por aspersión.

En las gráficas números 9, 10, 11 y 12 se hace la comparación de la evapotranspiración o uso consuntivo con la precipitación, temperatura y evaporación media mensual, observándose déficits y excedencias de una con respecto a otra. Si analizamos estos comportamientos vemos que:

a) Se define el período húmedo de junio a octubre y el período seco de noviembre a mayo. La media regional de estos parámetros es representativa del área de estudio.

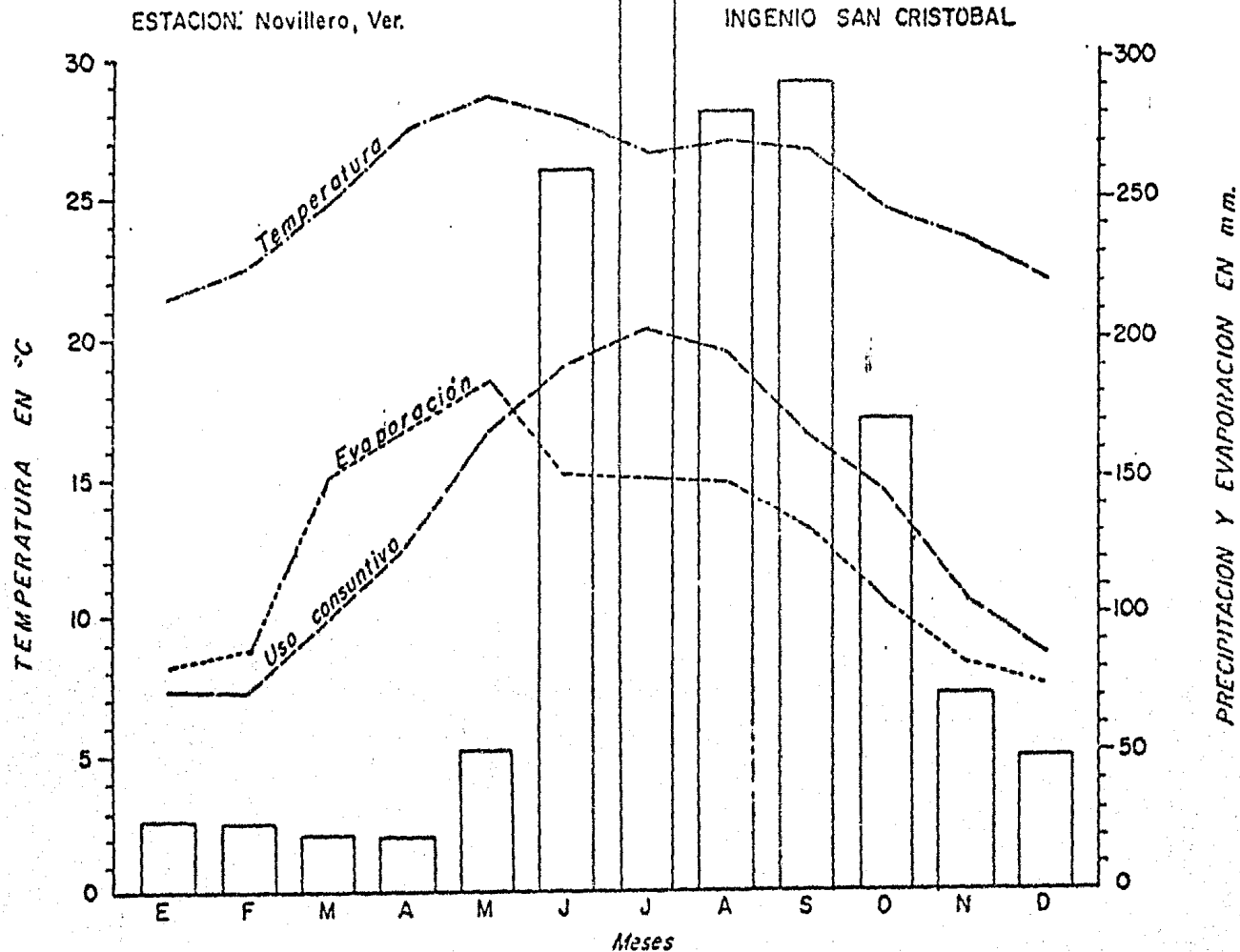
b) Las temperaturas medias mensuales son más o menos homogéneas, presentándose las temperaturas más elevadas en los meses secos abril y mayo, disminuyendo en el período de lluvias.

c) La evaporación es alta en el período seco en relación a la lluvia esperada y el uso consuntivo. Por lo que se deduce, que gran parte del campo cañero del ingenio San Cristóbal, sobre todo en la planicie costera tiene un alto consumo de humedad.

d) En el período de lluvias, junio a octubre, hay excedentes de humedad en relación a lo que exige el uso consuntivo.

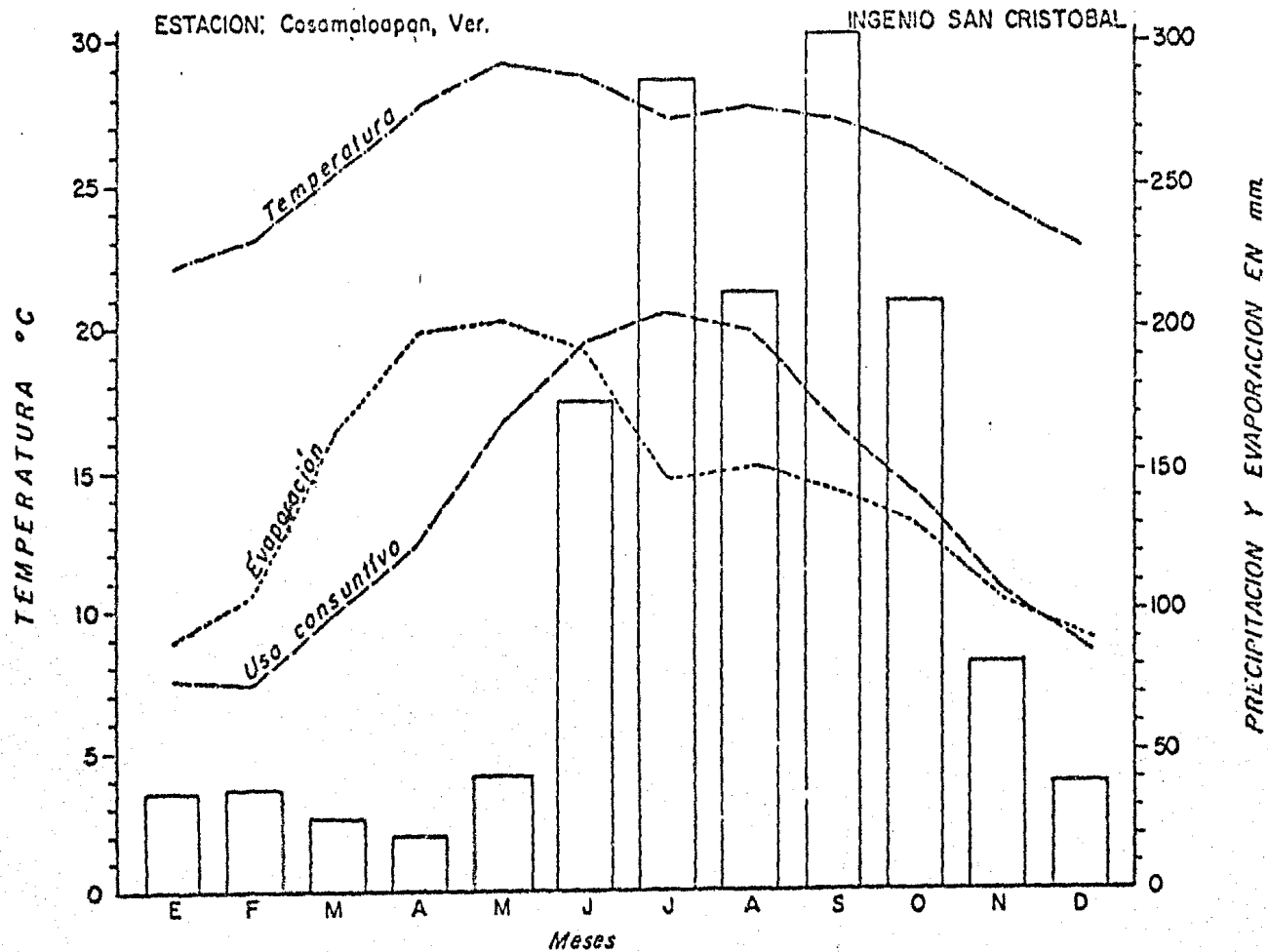
COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA PRECIPITACION Y EVAPORACION MEDIA MENSUAL

GRAFICA No. 9

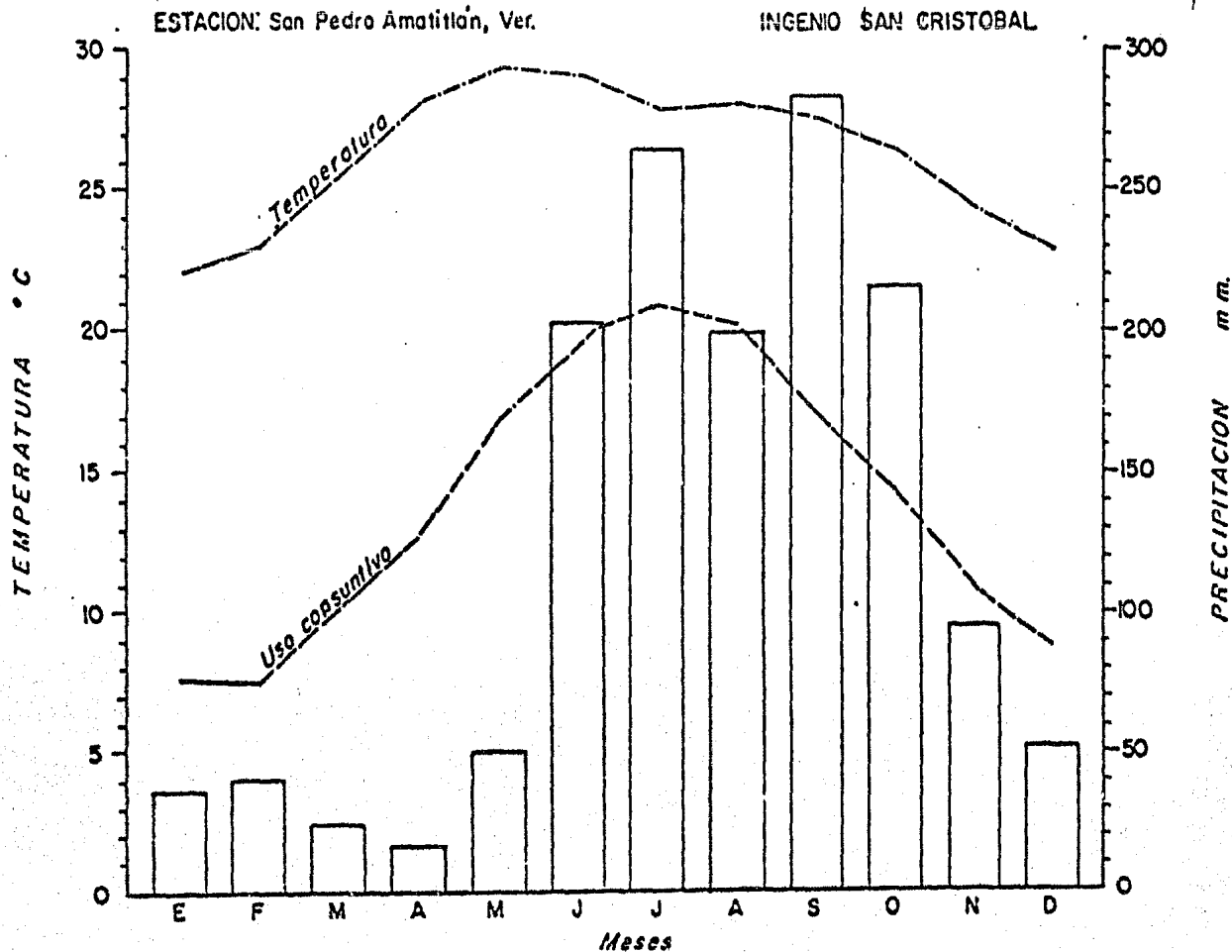


COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA PRECIPITACION Y EVAPORACION MEDIA MENSUAL

GRAFICA No. 10



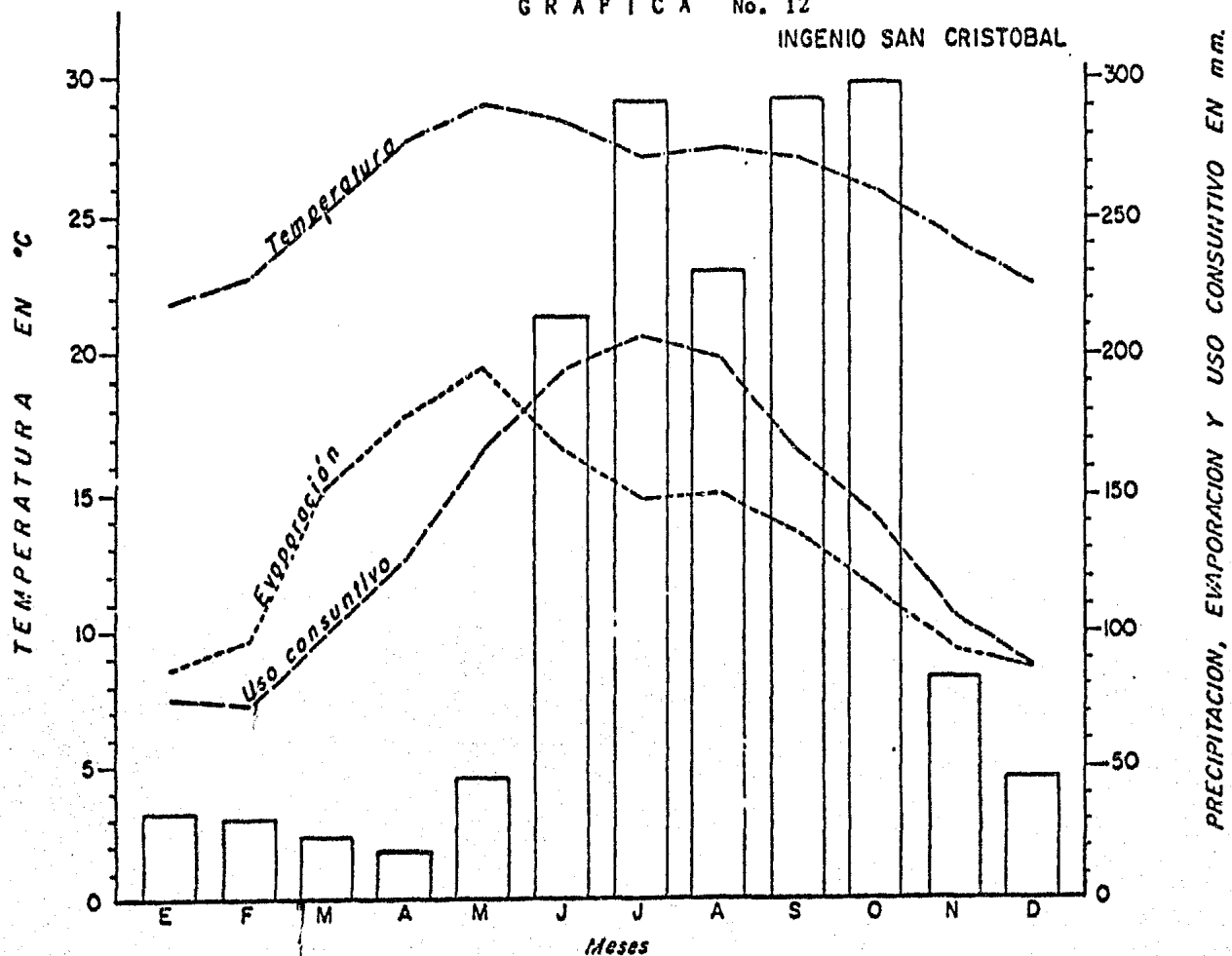
GRAFICA No. 11
 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y
 PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN EL USO
 CONSUNTIVO



COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA, PRECIPITACION Y EVAPORACION EN EL USO CONSUNTIVO (MEDIA REGIONAL)

GRAFICA No. 12

INGENIO SAN CRISTOBAL



5.2. Método de C. W. Thornthwaite. Este considera a la evapotranspiración potencial como elemento básico en su clasificación climática, mismo que se calcula en función de la temperatura, precipitación y latitud del lugar. A través de la evapotranspiración potencial se estima también el balance hídrico del lugar que se trate. Este método se usa con mucha frecuencia por su simplicidad y porque es fácil obtener los datos y climogramas respectivos de la región que se trate. Es bueno aclarar que tiene muchas aplicaciones en regiones húmedas.

El método se refiere específicamente a la evapotranspiración potencial, que se puede definir como: la transferencia de agua a la atmósfera, que sería posible bajo condiciones ideales de humedad del suelo y por la transpiración de las plantas.

Por lo tanto, es necesario saber si la lluvia es mayor o menor que el agua necesaria para satisfacer los requerimientos de evaporación y transpiración del área considerada. Estos dos fenómenos son procesos físicos similares, ya que la transpiración es la evaporación de la superficie de una planta y la evaporación es la conversión de agua a vapor y su subsiguiente transferencia de un suelo o superficie acuosa a la atmósfera. Ambos procesos se combinan con el término de evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial varía según Thornthwaite con: la latitud, cambio estacional, temperatura media mensual y la exposición a la luz solar. Para determinarla es necesario conocer la latitud de la estación y los valores medios mensuales de temperatura. Por último, el método deter

mina el tipo de clima basándose en cuatro elementos:

1. Índice pluvial.
2. Variación estacional de la lluvia efectiva.
3. Índice de eficiencia térmica.
4. Concentración de la eficiencia térmica en el verano.

Este método de clasificación climática se obtiene en forma manual siguiendo los procedimientos matemáticos establecidos por el autor y finalmente elaborar los climogramas. Ver cuadros números 34, 35 y 36 del anexo.

La otra forma, es adaptar este sistema a la computadora, reduciéndose considerablemente el tiempo en el cálculo. Además, se puede obtener gráficas donde se relacionen la precipitación, evapotranspiración potencial y la evaporación, indicando el tipo de clima, meses con excedencia o deficiencia de agua, definiéndose automáticamente la época de zafra de las regiones cañeras que se trate. Otra de las ventajas es que mediante este sistema, una vez computarizado daría la posibilidad de codificar otras variables climáticas como son: temperaturas máximas, mínimas, precipitación diaria, evaporación, nubosidad, vientos, humedad relativa, insolación. En conclusión, este método relaciona como elementos del clima: la temperatura, la precipitación y la evapotranspiración potencial.

Los datos necesarios para trabajar el sistema de clasificación climática de C. W. Thornthwaite son:

- a) Temperatura media mensual en °C.

- b) Precipitación media mensual en cm.
- c) Iluminación solar (duración horas-luz).
- d) Factor de corrección por latitud.

Como consecuencia se obtienen los siguientes índices:

- a) Evapotranspiración potencial en cm, (mensual y anual). (EP).
- b) Factor de corrección por latitud (mensual). (F).
- c) Movimiento de humedad en el suelo. (MHS).
- d) Humedad almacenada en el suelo en cm, (HA).
- e) Superávit de agua en cm (mensual y anual). (S).
- f) Evapotranspiración real en cm, (EPR).
- g) Déficit de agua en cm, (mensual y anual). (d).
- h) Índice de humedad en % (Ih).
- i) Índice de aridez en % (Ia).
- j) Índice pluvial en % (Im).
- k) Concentración térmica en el verano en % (SC).
- l) Determinación del tipo de clima (fórmula).

La diferencia entre el sistema de Thornthwaite y el de Blanney-Criddle, es que el primero no sólo estima los requerimientos de agua para un cultivo, sino que mediante otros índices se delimitan los diferentes tipos de climas que están relacionados con las condiciones favorables o no para el crecimiento de las plantas, en cambio el método de Blanney-Criddle sólo estima el uso consuntivo y la eficiencia del temporal en %.

5.3. Relación de la precipitación, evaporación y evapotranspiración potencial. La actividad desarrollada por una planta viene dada por su transpiración. Bajo condiciones óptimas

timas de humedad, la evapotranspiración potencial de una su perficie cubierta de vegetación depende más de la transpira ción de las plantas que de la evaporación directa del sue- lo. Este razonamiento llevó a Thornthwaite y Mather (1954), a considerar la evapotranspiración potencial como elemento ideal para correlacionarlo con el desarrollo de las plantas. Sin embargo, las fórmulas empíricas que existen para esti- marlo, pueden dar lugar a errores de estimación considera- bles.

La maduración de la caña está pues en función del cli- ma. En el verano, los cultivos crecen más aprisa que en oto ño o invierno, porque las temperaturas y las lluvias son mu cho más altas. En la caña de azúcar, la misma variedad es más precoz en "Tierra Caliente" que en "Tierra Fría", por tanto, se deduce que el clima es el factor determinante en el crecimiento de la caña y en general de todos los culti- vos.

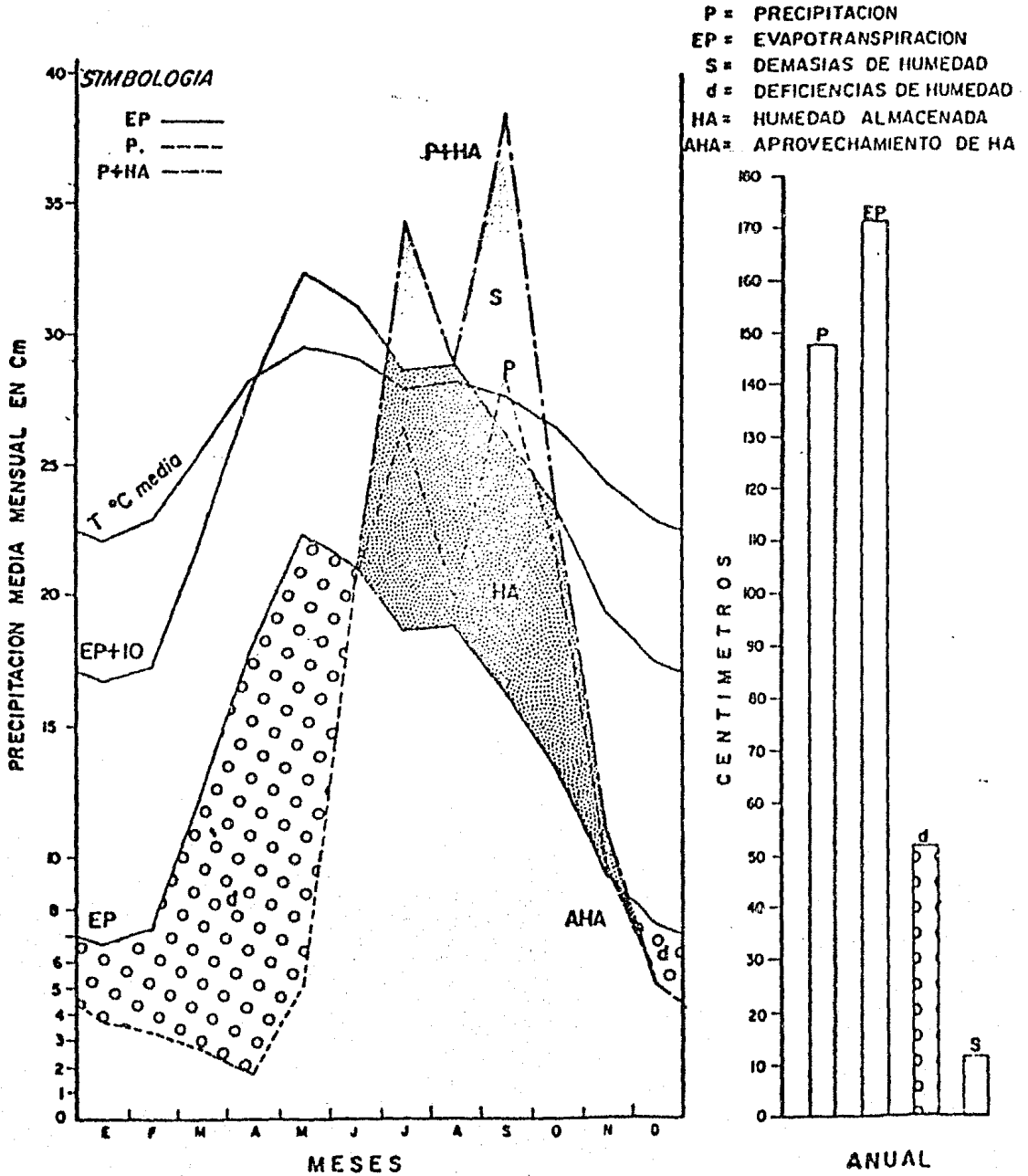
Esto hace necesario encontrar un medio que relacione la mejor época del corte de la caña, expresado en razón de su contenido de sacarosa con algún factor climático y que proporcione una indicación de su estado de madurez, algo que indique la fecha de cosecha una vez que ha sido establecida la fecha de siembra.

Al relacionar la precipitación, evaporación y evapo- transpiración potencial, se obtienen los climogramas respec- tivos, ver gráficas números 13, 14 y 15. En ellas observa- mos que se define el período de meses con excedencia y defi- ciencia de agua; siendo los meses de noviembre a mayo los de menor precipitación que presentarán deficiencias hídricas,

GRAFICA No. 13

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
CLIMOGRAMA

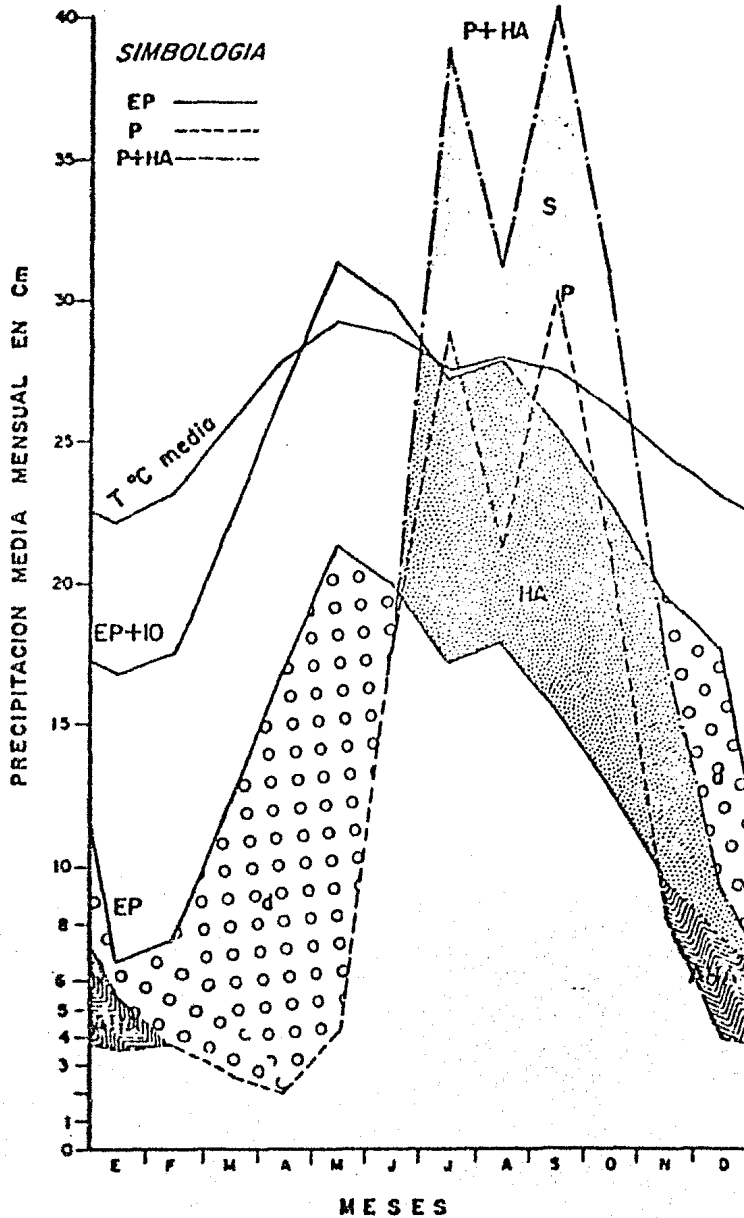
ESTACION: San P. Amatlán, Ver.



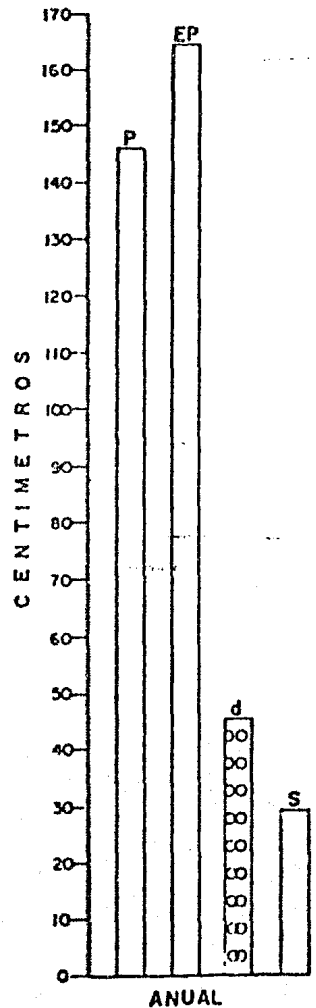
GRAFICA No. 14

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER. CLIMOGRAMA

ESTACION: Cosamaloapan, Ver.



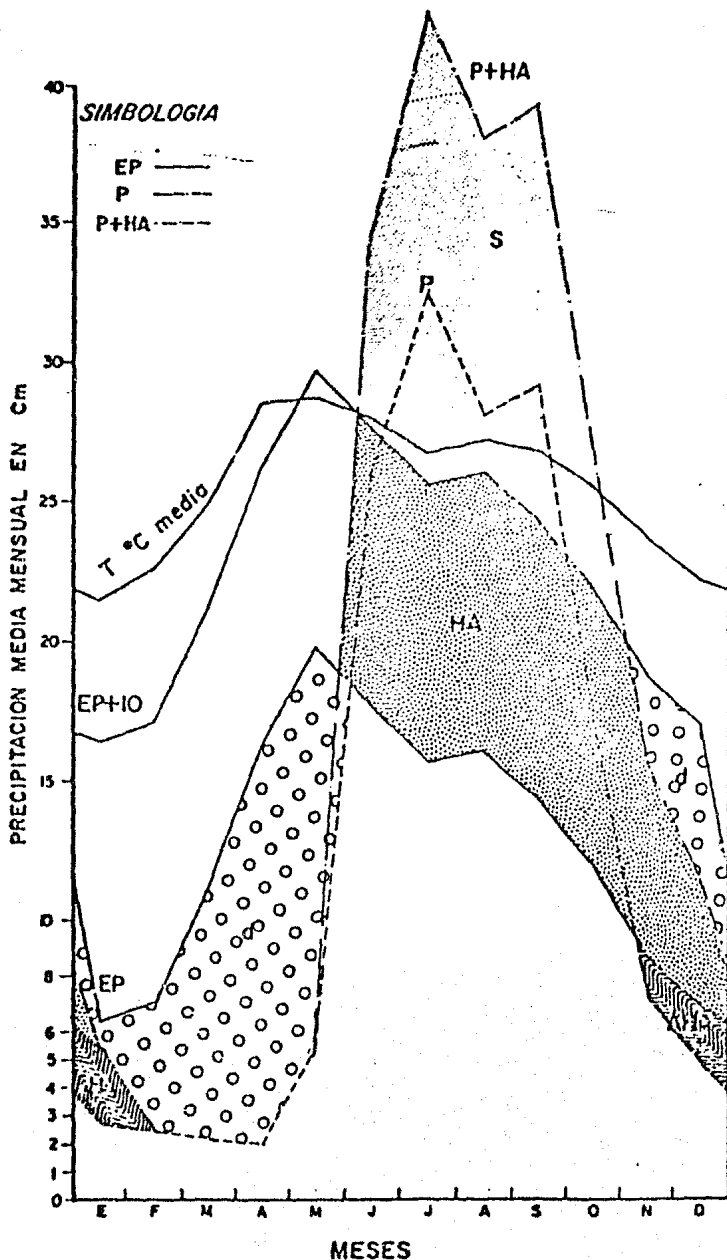
P = PRECIPITACION
 EP = EVAPOTRANSPIRACION
 S = DEMASIAS DE HUMEDAD
 d = DEFICIENCIAS DE HUMEDAD
 HA = HUMEDAD ALMACENADA
 AHA = APROVECHAMIENTO DE HA



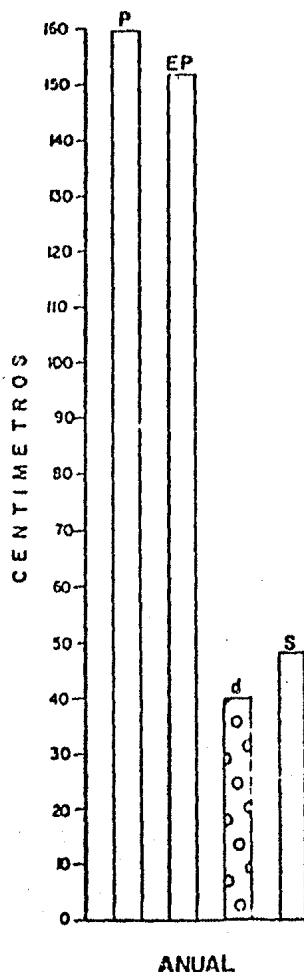
GRAFICA No. 15

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
CLIMOGRAMA

ESTACION: Novillero, Ver.



- P = PRECIPITACION
- EP = EVAPOTRANSPIRACION
- S = DEMASIAS DE HUMEDAD
- d = DEFICIENCIAS DE HUMEDAD
- HA = HUMEDAD ALMACENADA
- AHA = APRO ECHAMIENTO DE HA



pero debido a la excedencia de agua que va de junio a octubre, principalmente en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, existirá una humedad almacenada en el suelo que se distribuirá en los meses de noviembre, diciembre y enero. En dicho período húmedo se requiere el drenaje eficiente de los suelos, que en su mayor parte son arcillo-arenosos. Por otra parte, se puede observar que las deficiencias de humedad son más altas que las demasías, a excepción de la estación Novillero, donde la diferencia de excedencia y deficiencia de humedad es mínima.

En términos generales, en la zona del ingenio San Cristóbal el suelo empieza acumular humedad desde el mes de junio, manteniéndose saturado hasta el mes de octubre, iniciando la descarga de humedad almacenada en el suelo en el mes de noviembre hasta agotarla en el mes de enero en la estación de Novillero, en febrero en Cosamaloapan y en diciembre en San Pedro Amattitlán. Ver cuadros números 34, 35 y 36 del anexo. Por tanto, el número de riegos deberá ser diferente o igual a 6 riegos durante el año de 180 mm, cada uno.

De acuerdo con los climogramas números 13, 14 y 15 obtenidos con el método de Thornthwaite, llegamos a la conclusión de que la preparación de los suelos para la siembra del cultivo de la caña, debe ser desde el mes de marzo a septiembre, como ya se mencionó anteriormente, para favorecer su germinación por las altas temperaturas y para que el crecimiento se realice en el período más húmedo que va de junio a octubre, siendo la mejor época para cosecharla del mes de diciembre a mayo. Finalmente al disponerse de los riegos ya establecidos con los dos métodos considerados, se

podrá incrementar el rendimiento de caña por hectárea, así como el contenido de sacarosa de la misma.

5.4. Microclimatología de la caña de azúcar. "El clima de áreas pequeñas es tan importante como el de amplias regiones, ya que el efecto de las variaciones climáticas en pequeños lugares es muy notable en las plantas. En la caña de azúcar, desde la siembra hasta la cosecha, el microclima juega un papel importante, lo mismo que en la siembra la profundidad de colocar la semilla. A mayor profundidad, la semilla recibirá menos calor, la humedad relativa es más alta y la circulación del aire es más reducida; las siembras profundas dan lugar a una germinación más lenta y a una reducción en el porcentaje de yemas germinadas. Lo contrario ocurre con siembras menos profundas. La orientación de los surcos y el procedimiento de siembra pueden dar lugar a variaciones microclimáticas. Los surcos que se orientan en dirección perpendicular al recorrido del Sol, no aprovechan en toda su magnitud los elementos del clima, presentándose un retraso en la emergencia de las yemas". (30).

"Las sombras de los grandes árboles sobre cultivos en desarrollo pueden dar lugar a plantas cloróticas y raquílicas en relación con todo el conjunto; alteran también la duración del fotoperíodo con la consecuente emergencia de flores en algunas partes del campo. Los cañaverales en las faldas de las colinas o de las montañas también están expuestos a un microclima especial; se presentan variaciones en la duración del fotoperíodo, diferentes ángulos de exposición a los vientos y a los rayos del Sol, distintos grados

(30) Martínez Garza, A. "Diseños y Análisis de Experimentos con Caña de Azúcar". p. 176.

de humedad, dan como resultado una notable variación en el estado de desarrollo de las plantas en estas condiciones". (31)

Estas ideas contribuyen a llamar la atención de los geôgrafos, agrónomos, biólogos, etc, sobre la importancia y utilidad de los elementos del clima sobre el desarrollo de los cultivos. Un programa general de pronósticos de cosecha en estas condiciones, contribuiría a lograr mejores rendimientos de campo y principalmente en fábrica, uno de los principales objetivos de la industria azucarera.

(31) Martínez Garza, A. op. cit. p. 176.

CAPITULO 6

VARIEDADES EN CULTIVO Y COSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Desde el punto de vista técnico, el cultivo y utilización de variedades de caña de azúcar debe ser dinámica, es decir, deberán ser substituidas cuando sean susceptibles al ataque de nuevas enfermedades por los cambios ambientales del clima o suelo, o bien por otras características agroindustriales.

Como premisa muy general, los ingenios deben procurar que la composición de su campo tenga una proporción adecuada de variedades de acuerdo a su tipo y tiempo de maduración; aceptándose los siguientes rangos: temprana 30%, media 40% y tardía 30%, con el fin de que durante toda la zafra se industrialice caña con el mayor contenido de sacarosa posible.

Los censos de las zafras 75-76 y 79-80, indican aproximadamente a nivel nacional los porcentajes de variedades cultivadas en función a su grado de madurez: 27% tempranas, 46% medias y 27% tardías, así como 34%, 44% y 23% respectivamente. Lo que indica que los censos de manera general no se han cumplido en lo particular, ya que ciertas variedades de caña se han cosechado fuera de su óptima época de maduración en los ingenios.

Desde el punto de vista del contenido de sacarosa, es inconveniente mantener campos univarietales, puesto que la presencia de enfermedades pueden generar situaciones de muy graves consecuencias, como ocurrió con la variedad B-4362, susceptible a la roya en los ingenios Benito Juárez, Santa

Rosalba, Adolfo López Mateos y El Potrero, lo mismo puede darse con la NCO-310 y L-6014, ambas susceptibles al carbón. Por otro lado, la erradicación de variedades inadecuadas ha sido demasiado lenta. Esta situación se enfrenta además, a la deficiencia de los agricultores para barbechar cepas que tienen de uno a tres cortes, pero que presentan nuevas enfermedades. En este aspecto, la falta de variedades prometedoras en los campos de experimentación y propagación del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), ha contribuido a que no se cuente con suficientes variedades adecuadas a las distintas condiciones ecológicas locales y que cubran además, los requisitos mínimos que exige el campo y fábrica.

6.1. Cultivo de la caña de azúcar. Por lo que respecta a la siembra de la caña, en la zona del ingenio San Cristóbal se está tratando de mantener el balance de variedades en lo que se refiere al comportamiento fisiológico de las mismas. Se ha considerado para tal efecto, el tener un 30% de variedades tempranas, un 45% de maduración media y el 25% restante de tardías, así como tener variedades resistentes a enfermedades como el carbón y roya. Al mismo tiempo es recomendable dar prioridad de volteo a los campos cuyos rendimientos sean inferiores a las 30 toneladas por hectárea.

Por otra parte, la preparación de los suelos se inicia de marzo a mayo, con un período normal de siembras que va del 8 de marzo al 23 de septiembre.

6.2. Censo de variedades de caña de azúcar. La mayor parte de variedades de caña cultivadas comercialmente en

nuestro país son de procedencia extranjera, aunque en los últimos años se ha ido incrementando la proporción de las variedades nacionales. Como referencia general, en la zafra 75-76, el 85.6% de la superficie cultivable del país estaba cubierta por 20 variedades, de las cuales, 15 eran importadas, ocupando aproximadamente el 79% de dicha proporción; mientras que para la zafra 80-81 las mismas variedades cubrían ya el 93.1%, de éste el 57.9% correspondió a las extranjeras.

Actualmente en el ingenio San Cristóbal, durante sus últimas nueve zafras se han estado cultivando en mayor porcentaje las variedades siguientes: CO-213, MCO-310, ITAYMEX-57-197 y B-4362 y en menor proporción otras variedades; aunque en las zafras 79-80 y 80-81 se introdujeron nuevas variedades, tales como: ITAV-60-1329, MEX-52-17, MEX-56-18, MEX-57-1285 y MEX-70-421. Ver cuadro número 37 del anexo.

De acuerdo con los resultados de 28 experimentos conducidos de 1972 a 1979, en donde se ensayaron 57 variedades prometedoras y obviamente se hicieron las pruebas de resistencia a las enfermedades del carbón y la roya, se recomiendan para su cultivo comercial en la zona del ingenio San Cristóbal, las variedades que aparecen en el cuadro número 38 del anexo. Dichas variedades presentan rendimientos de campo en plantilla por arriba de las 100 toneladas por hectárea, y en soca con 75 toneladas por hectárea mínimo, máximo de 110 toneladas por hectárea. Además la mayor parte de ellas son resistentes al carbón y a la roya.

Los cañeros tienen preferencia por variedades de buen rendimiento de campo en términos de toneladas por hectárea,

aunque sean de bajo contenido de sacarosa, como ha sido el caso de la CO-213 en el ingenio San Cristóbal, San Gabriel y la CO-421 en el ingenio San Miguelito. En el caso del ingenio San Cristóbal fueron sembradas variedades de maduración precoz en terrenos mal drenados que sólo permiten la entrada a mediados y finales de la zafra, en otros ingenios son tan altos los porcentajes de medias y tardías que a veces tienen que iniciar su molienda con ellas. Ultimamente el uso de substancias químicas llamadas ACELERADORES de maduración de la caña es cada vez mayor en diversas partes del mundo y los efectos que producen son considerados como reguladores del crecimiento vegetal. Tales resultados son variables en la etapa de maduración de las variedades, ya que son influenciados por las condiciones del clima.

En la región del Bajo Papaloapan, se dispone actualmente de un campo experimental llamado LA GRANJA, que es una zona de temporal y es el más cercano al ingenio San Cristóbal, allí desde 1972 se han establecido experimentos de prueba para la adaptabilidad de variedades con el objeto de determinar el comportamiento de 12 variedades en comparación con tres variedades cultivadas comercialmente en la zona y que sirvieron como testigos. Aún cuando existen diferencias entre las variedades, los porcentajes de germinación son bastante bajos, 34.1% en promedio general, siendo las principales causas que lo afectan las siguientes:

- a) Deficiente drenaje de los suelos.
- b) Bajas temperaturas nocturnas durante los meses de invierno.
- c) El ataque de microorganismos al presentarse condiciones apropiadas para su desarrollo.

Por otra parte, analizando el comportamiento agroindustrial de las variedades en estudio en el campo experimental de La Granja, Ver; tenemos que en el ciclo vegetativo de la plantilla la variedad H-44-3098 supera significativamente en rendimiento de campo a las variedades testigo, y las variedades MEX-60-627 y MEX-58-326 superan ligeramente a las variedades testigo MEX-57-473 y MEX-56-18. Las variedades MEX-60-627, MEX-58-326, MEX-58-682, MEX-60-471, MEX-57-473 y MEX-56-18 se comportan en forma semejante en rendimiento de campo a la variedad testigo ITAVMEX-57-197, y las variedades ITAV-60-1329 y MEX-59-32 lo hacen con respecto a las variedades testigo MEX-57-473 y MEX-56-18.

Finalmente las variedades que presentan mejores porcentajes de sacarosa en caña son en orden de prioridad las siguientes:

MEX-57-473	con	14.09 %
MEX-56-18	"	13.91 %
CO-997	"	13.89 %
MEX-60-207	"	13.84 %
MEX-59-89	"	13.49 %
MEX-59-32	"	13.27 %
ITAVMEX-57-197	"	13.19 %
H-44-3098	"	13.14 %

Las primeras cinco variedades presentan una maduración de temprana a media, es decir, que podrán ser cosechadas en un periodo de 11 a 17 meses. Las tres últimas variedades son de maduración media, y podrán cosecharse en un lapso de 13 a 17 meses. Ver cuadro número 39 del anexo.

6.3. Plagas y enfermedades. Las plagas que afectan al campo cañero en nuestro país y concretamente en la zona del ingenio San Cristóbal, son en general, las mismas que se conocen desde hace varios años, las principales son: la rata (*Sigmodon hispidus toltecus*), el salivazo o mosca pinta (*Ae neolamia póstica*), el barrenador (*Diatraea* sp.), el pulgón amarillo (*Sipha flava* Forbes), tuza (*Orthogeomys hispidus hispidus*), etcétera. No obstante que las plagas significan un serio problema y causan importantes mermas a la producción cañera de los ingenios, los métodos de combate y control son adecuados y eficaces en términos generales.

Como simple referencia podemos mencionar que, durante la zafra 79-80, la rata infestó una superficie aproximada de 20 000 hectáreas, del salivazo infestó una superficie aproximada de 6 000 hectáreas, requiriendo su control unas 3 970 hectáreas y de la tuza únicamente se trataron con roenticidas 707 hectáreas.

Las enfermedades más importantes que afectan a la caña de azúcar en la actualidad son: la roya (*Puccinia Melanoccephala* Syd) y el carbón (*Ustilago scitaminea* Syd), ambas de aparición reciente. Sus efectos han sido más severos en los ingenios que se localizan en la vertiente del Golfo de México y las variedades atacadas han sido las mejores como: la B-4362, NCO-310 y L-6014. Ultimamente ha cobrado importancia una enfermedad llamada la peca amarilla o mancha (*Mycovellosiella Koepkei*).

A la fecha, ninguna de las enfermedades ha podido ser combatida por medios químicos, cuando una de ellas se convierte en grave peligro, la única forma de hacerle frente

es procediendo a la sustitución de las variedades de caña que son susceptibles a las enfermedades antes mencionadas, como una medida preventiva para evitar su propagación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En general, la Cuenca del Papaloapan presenta gran variedad de climas determinados por la altitud y otros factores; en particular la zona del ingenio San Cristóbal cuenta con buenas características climatológicas para un desarrollo normal de la caña de azúcar.

2. Las temperaturas medias máximas y mínimas mensuales de la zona del ingenio San Cristóbal son homogéneas, definiendo un período más caluroso de marzo a junio, con una época de transición de menor calor de julio a octubre debido al incremento de las lluvias y un período más frío de noviembre a febrero, habiéndose registrado una máxima extrema de 43.0°C en el mes de mayo y una mínima extrema de 7.0°C en el mes de febrero.

La temperatura media mensual regional va de 21.9°C a 29.1°C, con una oscilación térmica de 7.2°C, dicha oscilación térmica juega un papel importante en la época de cosecha de la caña de azúcar. La temperatura media anual en ninguna de las tres estaciones meteorológicas consideradas es inferior a 21.0°C, y la media anual regional es de 25.9°C, indicio evidente de ausencia de heladas. Por tanto, las temperaturas son aptas para la germinación de la caña de azúcar, los descensos de temperatura máxima y mínima tienen rangos favorables para la madurez y concentración de sacarosa en la caña. Además la zona presenta una insolación media anual del 30 al 40%, siendo el mes de enero muy similar a la media anual, llegando hasta 40 ó 50% en el mes de junio. Esto significa que la temperatura está influida por la intensa luminosidad al existir un bajo porcentaje de humedad en los suelos, por lo que, los meses recomendables para la

la siembra son de marzo a septiembre.

3. En la zona del ingenio San Cristóbal llueve todo el año, observándose marcados descensos de lluvia en los meses de noviembre a mayo, período en el cual las evaporaciones mensuales aumentan, esto hace suponer que la caña de azúcar en esta época del año sufra escasez de agua, traduciéndose en escaso crecimiento de la planta, consecuentemente los rendimientos se abaten.

La zona recibe una lluvia media anual regional de 1513 mm, cayendo más del 80% del total en el lapso de junio a octubre, definiéndose un período seco que va de noviembre a mayo, con una lámina de lluvia acumulada de 286 mm, y un período húmedo que comprende de junio a octubre con una lámina de 1227 mm, de lluvia acumulada. Los meses secos son marzo y abril con 24.7 y 19.2 mm, de lluvia, por otro lado, los meses más lluviosos son julio y septiembre con 292.2 y 292.4 mm, respectivamente.

La lluvia probable al 50% es de 1406 mm, inferior a la media anual en 107 mm, definiéndose los mismos períodos seco y húmedo con 242 y 1164 mm, de lluvia acumulada respectivamente. Por otra parte, la lluvia aprovechable al 75% de probabilidad es de 1054 mm, anuales, insuficiente para satisfacer las necesidades de agua del cultivo por no distribuirse equitativamente en los períodos seco y húmedo, ya que tienen 181 y 873 mm, de lluvia acumulada, por lo cual, si se aplicaran 6 riegos de 180 mm cada uno durante el año, se satisfacerían las necesidades del cultivo.

Se mantiene una humedad atmosférica homogénea a través del año, oscilando entre 75 a 80%, con una mínima en abril del 30% y una máxima en septiembre con 85%, por tanto, son humedades medias.

4. El área de abastecimiento del ingenio San Cristóbal es afectada en ocasiones por ciclones que se presentan a fines de verano y principios de otoño, factor importante en la cuantía y distribución de las lluvias, pero en sí, estas son principalmente de carácter orográfico. También es afectada por los vientos monzónicos, estos incrementan las lluvias veraniegas que van acompañadas de tiempo y lluvias inestables.

La variabilidad de las lluvias puede deberse a que están fuertemente controladas por el efecto orográfico y el carácter unidireccional de la circulación general de la atmósfera, así como los vientos Alisios. Si éstos incrementan su humedad, las lluvias serán abundantes, si son débiles y con poca humedad, serán escasas en ese año.

5. Debido a las altas temperaturas que caracterizan a la zona, la evaporación media mensual y anual en la cuenca baja del área de estudio es elevada. La época de mayor evaporación es de marzo a junio, con máximas en mayo y el período de menor evaporación va de octubre a febrero, con mínimas en diciembre o enero. La zona del ingenio-San Cristóbal tiene una evaporación media anual regional de 1615 mm, de ese total en el período seco se evaporan 891.3 mm, (55.2%) y en el húmedo 724 mm, (44.8%).

Al comparar las evaporaciones y precipitaciones mensuales tenemos deficiencia en el balance hídrico, siendo los meses de noviembre a mayo los de menor precipitación y una humedad almacenada que va de junio a octubre, esta se distribuirán en los meses de noviembre a febrero. Por tanto el número de riegos deberá ser igual o diferente a 6 riegos de 180 mm, cada uno durante el año, para abatir la deficiencia del temporal.

6. En general, los vientos dominantes en la zona del ingenio San Cristóbal son del N, variando su intensidad de vientos DEBILES durante los meses de abril a agosto, a vientos MODERADOS durante los meses de septiembre a marzo. Cabe señalar que la topografía local es decisiva en la determinación de la dirección y velocidad de los vientos.

7. La nubosidad sigue en general una marcha paralela a las precipitaciones, sin embargo, es de notar que durante los meses de los NORTES, la nubosidad en la mayor parte del área de estudio es del tipo ESTRATOS, arrojando un porcentaje elevado de días nublados, no obstante que es la época en que las lluvias son escasas debido a que los ESTRATOS no provocan lluvias abundantes. Los días despejados de alrededor de 214 días predominan durante el año sobre aquéllos medio nublados y nublados que son 77 y 75 días respectivamente.

8. Los antecedentes del ingenio San Cristóbal indican que las fechas de iniciación y terminación de la zafra han sido muy variables, no se aprecia desde el punto de vista climatológico una zafra bien definida. La duración de la zafra se ha reducido notablemente, como consecuencia de la reducción de su superficie y deterioro de su fábrica, así como su capacidad de molienda diaria. Eso significó por otra parte, que en la medida que bajaron su producción y los rendimientos de campo y fábrica, los tiempos perdidos globales se incrementaron a más del 40% a lo largo de los últimos 12 años de zafra.

9. De acuerdo a estas características climatológicas generales y particulares del ingenio San Cristóbal, y en ba

se a la cuantificación de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, las posibles alternativas de iniciación y terminación de la zafra; podrían ser las siguientes:

a) Zafra del 1° de enero al 31 de mayo. Esta cuenta con 151 días de zafra, de los cuales 5.75 días (3.8%) son con lluvias diarias mayores de 10.0 mm, más el 39.87% de tiempos perdidos por otros factores, nos da un total de 43.67% de tiempo perdido global. Es decir, 65.94 días no son laborables, quedando un total de 85 días de molienda efectiva.

Si la unidad fabril mantiene una molienda de 17 980.2 toneladas de caña diaria (TCD) procesará 1 528 317 toneladas de caña anual.

b) Zafra del 1° de diciembre al 31 de mayo. Aquí se dispone de 182 días, si le restamos 6.95 días (3.81%) por lluvias diarias mayores de 10.0 mm, y un 39.87% de tiempos perdidos por otros factores, nos da un total de 43.68% de tiempo perdido global, es decir, 79.49 días no son laborables, quedando un total de 103 días efectivos de molienda.

Si el ingenio procesa 17 980.2 toneladas de caña diaria (TCD), molerá 1 851 960 toneladas de caña anual. La duración de molienda efectiva de 103 días es semejante en promedio a la duración de la zafra 78-79, la cual molió 1 807 801 toneladas de caña anual, con una producción de 120 968 toneladas de azúcar, manteniendo una molienda de 17 272 toneladas de caña diaria (TCD) con tiempos perdidos por encima del 30%.

c) Zafra del 16 de noviembre al 15 de junio. En esta opción se dispone de 212 días, de estos, 8.23 días (3.88%) son con lluvias diarias mayores de 10.0 mm, más un 39.87% de tiempos perdidos por otros factores, nos da un total de 43.75

por ciento de tiempo perdido global, es decir, 92.75 días no son laborables, arrojando un total de 119 días de molienda efectiva.

Si el ingenio procesa 17 980.2 toneladas de caña diaria (TCD), alcanzará una molienda de 2 139 643 toneladas de caña anual.

d) Zafra del 1° de noviembre al 30 de junio. Se dispone 242 días de zafra, si le restamos 16 días (6.6%) por lluvias diarias mayores de 10.0 mm, y un 39.87% de tiempo perdido por factores no climáticos, nos da un total de 46.47% de tiempo perdido global, es decir, 112.45 días no son laborables, dando un total de 130 días de molienda efectiva.

Por tanto, si la unidad fabril mantiene una molienda de 17 980.2 toneladas de caña diaria (TCD), procesará alrededor de 2.337 426 toneladas de caña anual.

10. La alternativa "A" comparada con las "B", "C" y "D" viene siendo la más corta y la más seca en lluvias, situación que favorece una mayor concentración de sacarosa en la caña de azúcar y las propias operaciones de cosecha, no sólo por el grado de humedad que existe en el suelo, sino que, además hay que considerar que en éste se incrementan las temperaturas. Como el ingenio tiende a incrementar su superficie cultivable, obligará a desechar dicha propuesta, a menos que se mejoren e incrementen sus rendimientos en fábrica por arriba del 10%, o bien la reducción de sus tiempos perdidos en fábrica, de lo contrario la capacidad de molienda diaria de la fábrica se elevaría notablemente.

La alternativa "B" es más recomendable que la "A", debido a que abarca un período más amplio y sigue siendo seco, favoreciendo el incremento y el punto óptimo de sacarosa en

caña. Comparada con las alternativas "C" y "D" se pierden 16 y 27 días respectivamente. En la medida que reduzcan sus tiempos perdidos en fábrica, en esta segunda opción se procesaría más caña de lo previsto.

La opción "C" tiene mejores ventajas que la "D" puesto que se delimita mejor el período seco de los meses de noviembre y junio. Con respecto a las opciones "A" y "B", es mejor, ya que se incrementa el período de días efectivos de molienda en 34 y 16 días respectivamente. Por otro lado, el amplio período de zafra de la opción "D" trae consigo riesgos: perder el óptimo contenido de sacarosa en caña ya que existe mayor contenido de humedad en el suelo. Finalmente, las opciones "B" y "C" son dignas de tomarse en consideración para la iniciación y terminación de la zafra del ingenio San Cristóbal, ya que en la medida que reduzcan sus tiempos perdidos por factores no climáticos se ampliarán sus días efectivos de molienda, dando lugar a que se incremente el procesamiento de caña por zafra.

RECOMENDACIONES

1. Dado que la SARH mantiene una política general que confina la caña de azúcar a áreas de temporal, se hace necesario e imprescindible calcular la estimación de las necesidades de agua del cultivo de la caña en todas las regiones cañeras del país, con la finalidad de aprovechar al máximo la disponibilidad de agua y en lo posible para demostrar la conveniencia de cambiar una política que impide el cumplimiento de los programas de siembra y producción.

2. Mejorar el rendimiento en fábrica, ya que las condiciones climatológicas imperantes en la zona de abasteci-

miento del ingenio San Cristóbal representan un porcentaje mínimo en los tiempos perdidos globales.

3. Como el contenido de sacarosa en caña está en función de ciertas características climatológicas, se requiere el impulso de estudios de carácter climatológico, ya que los existentes se han limitado a estudios aislados tanto en el tiempo como en el espacio geográfico no sólo de este ingenio, sino de todas las regiones cañeras de México. Estos servirían de premisa fundamental en la toma de decisiones para una mejor planificación de las zonas agrícolas de los ingenios del país.

4. Con el auxilio de metodologías climáticas y procesadas a través de la computadora, se podrían determinar las alternativas de iniciación y terminación de la zafra de todos y cada uno de los ingenios del país en beneficio de una mayor productividad, eliminando así consideraciones empíricas subjetivas.

5. Introducir variedades de caña que se adapten mejor a las condiciones ambientales de la zona, con el fin de balancear adecuadamente el campo con variedades precoces, medias y tardías, así como un programa de fertilización y un control de plagas y enfermedades por medios naturales para no alterar los ecosistemas de otras regiones naturales del país.

A N E X O D E C U A D R O S

RELACION DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Características agroindustriales de la región cañera del Papaloapan. Zafra 80-81.	109
2	Características agroindustriales de la región cañera del Papaloapan. Zafra 81-82.	110
3	Características agroindustriales de la región cañera del Papaloapan. Zafra 82-83.	111
4	Panorama histórico del desarrollo agroindustrial del ingenio San Cristóbal, Ver. Zafras 1960-1983.	112
5	Azúcar que ha dejado de producir el ingenio San Cristóbal, Ver. Zafras 67-83.	113
6	Relación de estaciones meteorológicas recabadas.	114
7	Promedio de temperaturas máximas mensuales en °C.	115
8	Promedio de temperaturas mínimas mensuales en °C.	116
9	Temperatura media mensual y anual en °C.	117
10	Probabilidad de la precipitación mensual y anual en mm.	118
11	Evaporación media mensual y anual en mm.	119

CUADRO		PAG.
12	Comparación de los datos medios regionales entre precipitación, temperatura y evaporación.	120
13	Promedio mensual de días despejados.	121
14	Promedio mensual de días medio nublados.	122
15	Promedio mensual de días nublados.	123
16	Resumen de los índices obtenidos en base al 2º Sistema de Clasificación Climática de C. W. Thornthwaite.	124
17	Promedio de número de días secos durante el período más seco.	125
18	Número de días con lluvia diaria de 0.1 mm, a 10.0 mm, en el período más seco.	126
19	Número de días con lluvia diaria mayor de 10.0 mm, en el período más seco.	127
20	Duración de zafra y capacidad diaria y total de molienda del ingenio San Cristóbal, Zafras 1960-1983.	128
21	Zafras de mayor duración en días del ingenio San Cristóbal, Ver.	129
22	Zafras de menor duración en días del ingenio San Cristóbal, Ver.	130

CUADRO

PAG.

- | | | |
|----|--|-----|
| 23 | Integración de superficies, estimado de producción de campo, proyección de la capacidad de molienda, rendimientos y tiempo perdido del ingenio San Cristóbal, Ver. | 131 |
| 24 | Resumen de posibles alternativas de inicio y fin de zafra del ingenio San Cristóbal, Ver. | 132 |
| 25 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE durante un período de 25 años. (San Pedro Amatitlán). | 133 |
| 26 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE durante un período de 28 años. (Cosamaloapan). | 134 |
| 27 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de NOVIEMBRE durante un período de 27 años. (Novillero). | 135 |
| 28 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO durante un período de 26 años. (San Pedro Amatitlán). | 136 |
| 29 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO durante un período de 31 años. (Cosamaloapan). | 137 |
| 30 | Probabilidad de la lluvia diaria mayor de 10.0 mm, del mes de JUNIO durante un período de 28 años. (Novillero). | 138 |

31	Cálculo del uso consuntivo y requerimientos de riego para la caña de azúcar de acuerdo al método de Blanney-Criddle. (San Pedro Amatitlán).	139
32	Cálculo del uso consuntivo y requerimientos de riego para la caña de azúcar de acuerdo al método de Blanney-Criddle. (Cosamaloapan).	140
33	Cálculo del uso consuntivo y requerimientos de riego para la caña de azúcar de acuerdo al método de Blanney-Criddle. (Novillero).	141
34	Cálculo del clima de acuerdo al 2º Sistema de C. W. Thornthwaite. (San Pedro Amatitlán).	142
35	Cálculo del clima de acuerdo al 2º Sistema de C. W. Thornthwaite. (Cosamaloapan).	143
36	Cálculo del clima de acuerdo al 2º Sistema de C. W. Thornthwaite. (Novillero).	144
37	Censo de variedades de caña cultivada en el ingenio San Cristóbal, Ver.	145
38	Relación de variedades prometedoras en la zona de influencia del campo experimental "La Granja", Ver. Datos para el ingenio San Cristóbal, Ver.	146
39	Comportamiento agroindustrial de las variedades en estudio en el campo experimental "La Granja", Ver. Ciclo Plantilla.	147

CUADRO No. 1
 CARACTERISTICAS AGROINDUSTRIALES DE LA REGION CAÑERA DEL PAPAŁOAPAN
 Z A F R A 1 9 8 0 - 1 9 8 1

I N G E N I O	SUPERFICIE HECTAREA		T O N E L A D A S		RENDIMIENTOS	
	Cultivada	Cortada	Caña Molida	Azúcar Producida	Campo Ton/ha.	Fábrica %
Adolfo López Mateos.	10 168	9 615	493 382	41 564	51.3	8.4
San Francisco El Naranjal.	6 872	6 657	482 487	36 076	72.5	7.5
San Pedro.	10 989	10 502	746 120	55 226	71.0	7.2
Cuatotolápan.	9 850	9 427	375 744	27 593	39.9	7.3
Tres Valles.	10 158	9 770	547 973	40 064	56.1	7.3
San Cristóbal.	28 341	27 791	1 593 648	103 554	57.3	6.5
San Gabriel.	4 447	4 336	268 444	17 155	61.9	6.4

FUENTE: CNIA. Estadísticas Azucareras, 1982.

CUADRO No. 2

CARACTERISTICAS AGROINDUSTRIALES DE LA REGION CAÑERA DEL PAPALOAPAN
Z A F R A 1 9 8 1 - 1 9 8 2

I N G E N I O	SUPERFICIE HECTAREA		T O N E L A D A S		RENDIMIENTOS	
	Cultivada	Cortada	Caña Mojida	Azúcar Producida	Campo Ton/ha.	Fábrica %
San Pedro.	9 915	9 469	704 591	58 447	74.4	8.30
San Francisco El Naranjal.	7 285	7 092	520 560	42 804	73.4	8.22
Adolfo López Mateos.	11 985	11 315	571 029	44 432	50.5	7.78
Tres Valles.	11 508	10 827	570 241	41 709	52.7	7.31
San Gabriel.	4 241	4 112	224 913	15 308	54.7	6.81
San Cristóbal.	23 310	21 673	1 176 574	75 411	54.3	6.41
Cuatotolápan.	9 396	8 921	489 393	30 401	54.9	6.21

FUENTE: UNPASA, 1983.

CUADRO No. 3

CARACTERISTICAS AGROINDUSTRIALES DE LA REGION CAÑERA DEL PAPALOAPAN
ZAFRA 1982 - 1983 *

I n g e n i o	Superficie Cultivada		Toneladas		Rendimientos	
	Cultivada	Cortada	Caña Molida	Azúcar Producida	Campo Ton/ha	Fábrica %
Adolfo López Mateos	12 199	11 577	700 402	69 684	60.5	9.95
San Fco. El Naranjal	7 254	7 129	529 121	44 386	74.2	8.39
San Pedro	13 867	13 539	998 978	87 371	73.8	8.31
Cuatotolápan	8 834	8 571	483 586	40 647	56.4	8.41
Tres Valles	12 732	12 164	796 442	73 298	65.5	9.20
San Cristóbal	33 440	32 500	2 229 650	175 000	69.6	7.85
San Gabriel	3 947	3 804	227 981	21 144	59.9	9.27

FUENTE: Actas de fin de zafra e informes finales de corrida.

* Datos Preliminares.

CUADRO No. 4
PANORAMA HISTORICO DEL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL DEL
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
ZAFRAS 1960 - 1982

ZAFRA	SUPERFICIE HECTAREA		TONELADAS		RENDIMIENTOS	
	Cultivada	Cortada	Caña Molida	Azúcar Producida	Campo Ton/ha.	Fábrica %
1960	47 415	42 495	2 084 071	176 757	49.0	8.5
1961	44 385	42 487	1 903 063	146 252	44.8	7.1
1962	48 899	48 839	2 168 505	176 930	44.4	8.2
1963	48 899	48 339	2 245 476	188 657	46.5	8.4
1964	47 493	47 493	2 315 130	193 772	48.7	8.4
1965	54 919	52 669	2 560 134	191 493	48.6	7.5
1966	60 698	59 125	2 454 809	180 540	41.5	7.4
1967	63 237	62 444	2 886 074	247 900	46.2	8.6
1968	55 902	55 402	2 848 193	238 190	51.4	8.4
1969	53 565	53 088	2 685 728	215 625	50.6	8.0
1970	45 138	43 678	1 932 473	154 253	44.2	8.0
1971	51 018	50 018	2 326 760	186 438	46.5	8.0
1972	54 046	52 746	2 296 266	168 254	43.5	7.3
1973	52 852	51 852	2 298 117	151 242	44.3	6.6
1974	49,075	48 855	2 338 760	167 200	47.9	7.2
1975	43 342	43 125	2 092 429	147 082	48.5	7.0
1976	37 305	36 859	1 783 960	135 504	48.4	7.6
1977	35 756	34 295	1 694 636	123 433	49.4	7.3
1978	34 378	32 650	1 833 041	132 471	56.1	7.2
1979	32 481	31 958	1 807 801	120 968	56.6	6.7
1980	30 536	30 015	1 661 303	107 425	55.3	6.5
1981	28 341	27 791	1 593 648	103 554	57.3	6.5
1982	23 310	21 673	1 176 574	75 411	54.3	6.4
1983	33 440	32 500	2 229 650	175 000	68.6	7.85

FUENTE: Estadísticas Azucareras: 69, 81, 82 y 83.

CUADRO No. 5

AZUCAR QUE HA DEJADO DE PRODUCIR EL
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

TOMANDO COMO BASE LA PRODUCCION 1966-1967
DE 247 900 TONELADAS.

ZAFRA	AZUCAR PRODUCIDA	AZUCAR NO PRODUCIDA
1967	247 900	-
1968	238 190	9 710
1969	215 625	32 275
1970	154 253	93 647
1971	186 438	61 462
1972	168 254	79 646
1973	151 242	96 658
1974	167 200	80 700
1975	147 082	100 818
1976	135 504	112 396
1977	123 433	124 467
1978	132 471	115 429
1979	120 968	126 932
1980	107 425	140 475
1981	103 554	144 346
1982	75 411	172 489
1983	175 000	72 900
S U M A	2 649 950	1 564 350

FUENTE: CNIA. Estadísticas Azucareras: 69, 71, 73,
74, 77, 78, 80, 81, 82 y 83.

CUADRO No. 6

RELACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS RECARADAS

ESTACION METEOROLOGICA	COORDENADAS		ALTITUD MSNM.	AÑOS DE OBSERVACION						
	LAT. N.	LONG. W.		TEMPERATURA			PRECIPITACION		EVAPORACION	
			MAXIMA	MINIMA	MEDIA	MEDIA	DIARIA	MEDIA MENSUAL		
NOVILLERO (1954/1981)	18°16'	97°57'	8	28	28	28	28	27	7	27
COXATLAPAPAN (1949/1978)	18°22'	95°48'	6	31	31	31	31	30	22	30
SN. PEDRO AMATITLAN (1954/1979)	18°27'	95°45'	5	26	26	26	26	25	-	25

FUE :: SARH.

CUADRO No. 7
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS EN °C.

Estación Mes METEOR.	Cosamaloapan 1948-1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional
Enero.	32.0	32.8	32.0	32.3
Febrero.	34.0	35.3	34.1	34.5
Marzo.	26.8	38.3	37.3	37.5
Abril.	38.6	39.8	38.8	39.1
Mayo.	39.2	40.3	39.2	39.6
Junio.	37.5	39.5	37.7	38.2
Julio.	34.9	37.0	34.9	35.6
Agosto.	34.7	36.3	34.9	35.3
Septiembre.	34.7	35.9	34.4	35.0
Octubre.	33.7	35.3	33.8	34.3
Noviembre.	33.0	33.8	32.4	33.1
Diciembre.	33.0	32.6	31.0	32.2
ANUAL	35.2	36.4	32.4	34.6
EXTREMA	42.0 (Mayo 1978)	43.0 (Mayo 1977)	43.0 (Mayo 1955)	42.7

NOTA: Calculado en CNIA. Gerencia de Planeación.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 8
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
PROMEDIO DE TEMPERATURAS MINIMAS EN °C.

Estación METEOR. Mes	Cosamaloapan 1948-1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional
Enero.	12.9	11.9	11.9	12.2
Febrero.	13.7	12.8	12.7	13.1
Marzo.	15.6	14.5	14.1	14.7
Abril.	18.3	17.8	17.3	17.8
Mayo.	20.1	19.4	19.6	19.7
Junio.	21.9	20.7	20.0	20.9
Julio.	21.5	20.8	19.7	20.7
Agosto.	21.8	21.0	20.2	21.0
Septiembre.	21.3	19.8	19.6	20.2
Octubre.	19.5	18.8	17.8	18.7
Noviembre.	16.1	15.7	14.9	15.6
Diciembre.	14.8	13.8	13.3	14.0
ANUAL	18.1	17.2	16.7	17.3
EXTREMA	7.5 (feb. 1960)	7.0 (feb. 1960)	8.0 (feb. 1976)	7.5

NOTA: Calculado en CNIA. Gerencia de Planeación.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 9
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN °C

Estación Mes METEOR.	Cosamaloapan 1948-1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional
Enero	22.1	22.1	21.5	21.9
Febrero	23.1	23.0	22.6	22.9
Marzo	25.5	25.5	24.9	25.3
Abril	27.8	28.2	27.6	27.9
Mayo	29.2	29.4	28.7	29.1
Junio	28.8	29.1	27.9	28.6
Julio	27.4	27.9	26.7	27.3
Agosto	27.9	28.2	27.1	27.7
Septiembre	27.4	27.6	26.8	27.3
Octubre	26.1	26.4	25.5	26.0
Noviembre	24.4	24.3	23.7	24.1
Diciembre	22.9	22.8	22.2	22.6
ANUAL	26.0	26.2	25.4	25.9

NOTA: Calculado en CNIA. Gerencia de Planeación.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 10

PROBABILIDAD DE LA PRECIPITACION MENSUAL Y ANUAL EN mm.
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

Estación Métrica	SISAMALOAPAN (1914 - 1975)			SAN PEDRO AMATILAN (1954 - 1970)			NOVILLERO (1941 - 1951)			MEDIA REGIONAL		
	Media	Probable 50%	Aprovable 75%	Media	Probable 50%	Aprovable 75%	Media	Probable 50%	Aprovable 75%	Media	Probable 50%	Aprovable 75%
Ene.	35.1 *	29.5 *	22.1 *	37.0 *	30.0 *	22.5 *	27.1 *	16.6 *	12.6 *	33.1 *	25.4 *	19.1 *
Feb.	36.6 *	19.5 *	14.6 *	31.7 *	19.3 *	14.8 *	24.9 *	18.9 *	14.2 *	31.1 *	19.4 *	14.5 *
Mar.	26.2 *	24.0 *	18.0 *	25.7 *	20.2 *	15.1 *	22.1 *	22.8 *	17.1 *	24.7 *	22.3 *	16.7 *
Abr.	20.0 *	9.7 *	7.3 *	17.1 *	7.3 *	5.5 *	20.6 *	9.3 *	6.2 *	19.2 *	5.2 *	6.3 *
Maj.	40.9 *	37.0 *	27.7 *	50.4 *	51.9 *	35.9 *	51.5 *	43.0 *	32.2 *	47.6 *	44.0 *	32.9 *
Jun.	175.1	173.4	130.0	203.7	218.3	163.7	259.5	257.9	193.4	212.8	216.5	162.4
Jul.	257.7	265.5	201.6	264.1	254.5	190.9	324.8	302.9	227.2	292.2	275.4	206.6
Ago.	210.9	210.9	155.2	193.6	208.7	156.5	250.7	254.4	190.8	230.1	224.7	165.5
Sept.	201.9	255.7	216.5	253.3	212.8	159.6	292.2	273.8	205.3	292.4	255.4	191.6
Oct.	209.2	209.2	156.9	217.2	207.6	155.7	170.8	150.0	112.5	199.1	155.9	141.7
Nov.	51.3 *	51.3 *	62.0 *	96.7 *	81.7 *	61.3 *	72.5 *	72.5 *	54.4 *	63.5 *	76.5 *	59.2 *
Dic.	39.4 *	39.4 *	29.5 *	50.9 *	50.7 *	35.0 *	49.4 *	41.0 *	30.7 *	46.6 *	43.7 *	32.7 *
ANUAL	1 464.3	1 391.4	1 044.4	1 476.4	1 363.5	1 022.5	1 595.9	1 462.3	1 096.6	1 513.4	1 405.6	1 054.4
PERIODO DE SECA	279.5	240.4	151.2	339.5	261.6	196.1	268.1	223.3	167.4	265.8	241.7	151.4
PERIODO HUMEDO	1 184.8	1 151.0	893.2	1 136.9	1 101.9	826.4	1 327.8	1 239.0	929.2	1 247.6	1 163.9	903.0

* Período seco.

NOTA: Calculado en CHIA. Gerencia de Planeación.

FUENTE: BARN. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 11
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
EVAPORACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN mm.

EST. METEOROLÓGICA MES	COSAMALOAPAN (1957-1978)	%	NOVILLERO (1975-1981)	%	MEDIA REGIONAL	%
Enero	88.8	5.21	83.2	5.45	86.0	5.32
Febrero	106.9	6.28	89.4	5.85	98.1	6.07
Marzo	155.6	9.13	150.9	9.88	153.2	9.48
Abril	189.3	11.11	169.3	11.08	179.3	11.10
Mayo	203.9	11.97	186.7	12.22	195.3	12.09
Junio	181.4	10.65	152.2	9.96	166.8	10.33
Julio	148.0	8.69	151.7	9.93	149.8	9.27
Agosto	153.6	9.02	148.4	9.72	151.0	9.35
Septiembre	143.2	8.41	132.7	8.69	137.9	8.54
Octubre	132.6	7.78	104.3	6.83	118.4	7.33
Noviembre	105.1	6.17	83.3	5.45	94.2	5.83
Diciembre	95.1	5.58	75.4	4.94	85.2	5.27
Anual	1 703.5	100.00	1 527.5	100.00	1 615.2	100.00
Período seco	944.7	55.46	838.2	54.87	891.3	55.18
Período húmedo	758.8	44.54	689.3	45.13	723.9	44.82

·NOTA: Calculado en CNIA. Gerencia de Planeación.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 12

COMPARACION DE LOS DATOS MEDIOS REGIONALES ENTRE
PRECIPITACION, TEMPERATURA Y EVAPORACION.

M E S	Precipitación en mm	%	Temperatura °C	Evaporación mm	%
Enero	33.1 *	2.19	21.9	86.0 *	5.32
Febrero	31.1 *	2.06	22.9	98.1 *	6.07
Marzo	24.7 *	1.63	25.3	153.2 *	9.48
Abril	19.2 *	1.27	27.9	179.3 *	11.10
Mayo	47.6 *	3.15	29.1	195.3 *	12.09
Junio	212.8	14.07	28.6	166.8	10.33
Julio	292.2	19.32	27.3	149.8	9.27
Agosto	230.1	15.21	27.7	151.0	9.35
Septiembre	292.4	19.33	27.3	137.9	8.54
Octubre	199.1	13.17	26.0	118.4	7.33
Noviembre	83.5	5.52	24.1	94.2	5.83
Diciembre	46.6 *	3.08	22.6	85.2 *	5.27
Anual	1 512.4	100.00	25.9	1 615.2	100.00
Período seco	202.3	13.4		797.1	49.4
Período húmedo	1 310.1	86.6		818.1	50.6

* Período seco.

CUADRO No. 13

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

PROMEDIO DE DIAS DESPEJADOS

MES	ESTACION METEOROLOGICA	Cosamaloapan 1948 - 1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional 28 años
Enero		13.0	17.9	13.3	14.7
Febrero		14.5	17.9	15.3	15.9
Marzo		19.5	22.3	18.7	20.2
Abril		22.1	26.1	21.7	23.3
Mayo		22.5	27.6	22.0	24.0
Junio		17.5	22.5	14.2	18.1
Julio		14.0	22.8	11.8	16.2
Agosto		16.5	23.3	13.3	17.7
Septiembre		13.6	21.0	12.8	15.8
Octubre		15.3	19.7	15.4	16.8
Noviembre		15.6	17.4	15.1	16.0
Diciembre		14.0	17.0	14.7	15.2
S U M A		198.1	255.5	188.6	214.1

NOTA: Calculado en la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola. CNIA.

FUENTE: SARNI. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 14

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
 PROMEDIO DE DIAS MEDIO NUBLADOS

MES	ESTACION METEOROLOGICA	Cosamaloapan 1948 - 1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional 28 años
Enero		7.0	4.0	8.5	6.5
Febrero		6.3	3.3	5.8	5.1
Marzo		5.7	3.2	6.1	5.0
Abril		4.3	2.0	5.4	3.9
Mayo		5.6	2.0	5.3	4.3
Junio		9.1	4.5	9.7	7.8
Julio		10.6	5.0	12.1	9.2
Agosto		10.0	4.7	12.7	9.1
Septiembre		9.0	4.0	10.1	7.7
Octubre		7.7	4.8	8.3	6.9
Noviembre		6.1	4.0	6.7	5.6
Diciembre		7.6	4.3	7.3	6.4
S U M A		89.0	45.8	98.0	77.6

NOTA: Calculado en la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola, CNIA.

FUENTE: SARI. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 15

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

PROMEDIO DE DIAS NUBLADOS

ESTACION METEOROLOGICA	Cosamaloapan 1948-1978	San Pedro Ama titlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional 28 años
MES				
Enero	11.1	9.1	9.5	9.9
Febrero	7.4	7.0	7.6	7.3
Marzo	6.0	5.1	6.1	5.7
Abril	3.3	1.5	3.7	2.8
Mayo	2.5	1.4	3.6	2.5
Junio	3.5	3.1	6.0	4.2
Julio	6.6	3.0	7.6	5.7
Agosto	5.0	3.0	4.8	4.3
Septiembre	8.0	6.3	7.1	7.1
Octubre	8.0	6.8	7.8	7.5
Noviembre	8.3	8.4	8.7	8.5
Diciembre	9.2	9.6	9.8	9.5
S U M A	78.9	64.3	82.3	75.0

NOTA: Calculado en la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola. CNIA.

FUENTE: SARI. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 16

RESUMEN DE LOS INDICES OBTENIDOS EN % EN BASE AL SEGUNDO SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE C.W. THORNTHWAITTE

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

ESTACION CLIMATOLOGICA	Ih.	Ia.	Im.	SC.	Eficiencia Temporal %	Tipo de clima	Características
San Pedro Amatitlán	6.5	30.4	- 11.7	35.9	60.7	C ₁ d A' a'	Semiseco, pequeña o nula demasía de agua, cálido, con concentración de calor normal en el verano.
Cosamaloapan	18.11	27.79	1.44	35.33	59.3	C ₂ s A' a'	Semihúmedo, moderada deficiencia de agua estival, cálido, con concentración de calor en el verano.
Novillero	31.4	26.00	15.80	35.35	63.3	C ₂ s A' a'	

Ih = Índice de humedad Ia = Índice de aridez Im = Índice pluvial
 SC = Concentración de calor en el verano.

CUADRO No. 17

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
 PROMEDIO DE NUMERO DE DIAS SECOS DURANTE EL PERIODO MAS SECO

MES	ESTACION METEOROLOGICA	Cosamaloapan 1948 - 1978	San Pedro Amatitlán 1954-1979	Novillero 1954-1981	Media Regional 28 años
Noviembre		21.9	22.4	23.0	22.4
Diciembre		24.7	25.0	25.8	25.2
Enero		24.9	25.4	26.6	25.6
Febrero		23.4	23.8	23.6	23.6
Marzo		26.3	27.3	27.5	27.0
Abril		27.5	27.7	27.8	27.7
Mayo		26.4	27.2	26.6	26.7
Junio		19.8	18.9	16.3	18.3
S U M A		194.9	197.7	197.2	196.5

NOTA: Calculado en la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola. CNIA

FUENTE: SARI, Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 18

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

NUMERO DE DIAS CON LLUVIA DIARIA DE 0.1 A 10.0 mm EN EL PERIODO MAS SECO.

ESTACION METEOROLOGICA MES	COSAMALOAPAN 1978 - 1978		SAN PEDRO AMATITLAN 1954 - 1979		NOVILLERO 1954 - 1981		MEDIA REGIONAL 28 AÑOS	
	Promedio	Lluvia	Promedio	Lluvia	Promedio	Lluvia	Promedio	Lluvia
	Días	Acumulada	Días	Acumulada	Días	Acumulada	Días	Acumulada
Noviembre	6	15.7	4.6	16.5	4.4	15.3	5.0	15.8
Diciembre	5	12.8	4.3	15.1	3.9	14.0	4.4	14.0
Enero	5	14.7	4.6	14.6	3.9	13.5	4.5	14.3
Febrero	4	11.5	3.7	12.4	3.8	13.3	3.8	12.4
Marzo	4	10.7	3.0	9.6	3.0	11.2	3.3	10.5
Abril	2	5.2	1.8	5.6	1.8	7.5	1.9	6.1
Mayo	3	8.6	2.5	11.2	2.9	10.3	2.8	10.0
Junio	6	20.5	5.7	22.1	6.0	22.9	5.9	21.8
S U M A	35	99.7	30.2	107.1	29.7	108.0	31.6	104.9

NOTA: Calculado en la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola. CNIA.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 19

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

NUMERO DE DIAS CON LLUVIA DIARIA > DE 10.0 mm EN EL PERIODO MAS SECO.

Estación Mes	COSAMALOAPAN 1948-1978		SAN PEDRO AMATITLAN 1954-1979		NOVILERO 1954-1981		MEDIA REGIONAL (28 AÑOS)	
	Promedio Días	Lluvia Acumulada	Promedio Días	Lluvia Acumulada	Promedio Días	Lluvia Acumulada	Promedio Días	Lluvia Acumulada
Noviembre	2.357 *	65.8 *	3.0 *	79.932 *	2.444 *	57.767 *	2.600 *	67.833 *
	3	63.0	2.92	76.8	2.3	54.8	2.74	64.86
Diciembre	2	41.9	1.65	33.97	1.4	17.3	1.68	31.05
Enero	2	34.4	1.0	21.66	0.6	13.6	1.20	23.22
Febrero	1	28.9	0.69	17.36	0.6	11.4	0.76	19.22
Marzo	1	31.5	0.69	16.08	0.5	11.2	0.73	19.59
Abril	2	46.0	0.46	11.44	0.4	13.2	0.95	24.21
Mayo	2	43.4	1.3	37.35	1.6	40.8	1.63	40.51
Junio	5	151.5	5.42	181.91	8.0	232.8	6.14	188.73
	5.193 *	150.4 *	5.423 *	181.719 *	7.821 *	235.057 *	6.146 *	189.059 *
S U M A	18	442.6	14.13	396.57	15.4	395.1	15.84	411.40

* Datos obtenidos con la probabilidad de la lluvia diaria.

NOTA: Calculado en la CNIA. Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola.

FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 20

DURACION DE ZAFRA Y CAPACIDAD DIARIA Y TOTAL DE MOLIENDA
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
ZAFRAS 1960 - 1982

ZAFRA	INICIO Y TERMINACION DE ZAFRA	DURACION		CAPACIDAD MOLIENDA		TIEMPO TRABAJADO POR EL INGENIO			CAÑA MOLIDA TONELADAS	Azúcar Producida Ton.	Producto Percapita	Tiempo Perdido %
		Zafra Días	Molienda Días	Teórica en 24 hr.	Real Ton.	Horas	Días	Número Obrero	Realizada			
1959-1960	16 nov - 23 may	190	143	10 969	14 574	4 560	190.00	-	2 084 071	176 757	-	26.30
1960-1961	08 dic - 29 may	173	129	11 000	14 752	4 152	173.00	-	1 903 063	146 252	-	25.60
1961-1962	21 nov - 22 may	183	136	11 850	15 945	4 392	183.00	-	2 168 505	176 930	-	25.65
1962-1963	22 nov - 16 may	176	136	12 753	16 511	4 224	176.00	860	2 245 476	183 657	219.36	22.73
1963-1964	14 nov - 23 may	192	134	17 000	17 277	4 608	192.00	-	2 315 130	193 772	-	31.31
1964-1965	26 nov - 15 jun	202	124	22 000	20 646	4 848	202.00	-	2 560 134	191 493	-	39.31
1965-1966	18 nov - 06 jun	201	121	22 000	20 288	4 824	201.00	-	2 454 809	180 540	-	40.42
1966-1967	05 dic - 09 jun	187	137	26 000	21 628	4 488	187.00	980	2 886 074	247 900	252.95	26.59
1967-1968	01 dic - 31 may	183	130	26 000	21 511	4 392	183.00	774	2 948 193	238 190	307.73	25.47
1968-1969	04 dic - 01 jun	180	128	26 000	20 982	4 292	178.83	804	2 685 728	215 625	265.19	25.63
1969-1970	17 dic - 05 may	140	94	26 000	20 555	3 336	139.00	774	1 932 473	154 253	199.29	32.99
1970-1971	04 dic - 23 may	176	115	27 000	20 005	4 207	175.30	1 309	2 320 760	186 418	142.42	34.54
1971-1972	17 dic - 04 jun	171	113	21 000	20 115	4 080	170.00	1 957	2 296 266	165 254	85.97	33.35
1972-1973	30 nov - 28 jun	211	120	21 600	19 151	5 046	210.30	1 841	2 298 117	151 242	62.15	43.64
1973-1974	10 dic - 24 jun	197	135	25 000	17 324	4 728	197.00	1 811	2 338 760	167 200	92.32	30.65
1974-1975	05 dic - 04 jun	182	123	25 000	17 077	4 360	181.67	1 850	2 092 429	147 082	79.50	31.54
1975-1976	29 dic - 05 jun	160	96	18 000	18 516	3 540	160.00	2 073	1 783 960	135 504	65.36	40.32
1976-1977	20 dic - 20 may	152	93	18 000	18 150	3 842	160.10	1 955	1 694 636	123 433	62.18	35.25
1977-1978	04 ene - 20 jun	168	99	18 000	18 563	4 038	167.00	1 458	1 813 041	132 471	90.85	40.54
1978-1979	02 ene - 14 jun	164	104	18 000	17 272	3 632	151.33	1 461	1 807 501	120 908	82.79	32.05
1979-1980	25 dic - 26 jun	185	96	15 000	17 286	4 052	168.83	1 934	1 661 303	107 425	55.54	45.29
1980-1981	06 ene - 19 jun	165	78	22 000	19 590	3 972	165.51	2 657	1 593 648	103 554	38.97	52.31
1981-1982	12 ene - 11 may	130	70	20 600	16 762	2 850	120.00	-	1 176 574	75 411	-	41.01
1982-1983	15 dic - 03 may	139	99	20 000	22 604	3 336	139.00	-	2 229 650	175 000	-	29.10

FUENTE: UNPASA. Estadísticas Azucareras.

CUADRO No. 21

INGENIO SAN CRISTOBAL, S. A.

ZAFRAS DE MAYOR DURACION

D I A S

ZAFRA	Duración Días	Tiempo Perdido %	Molienda Efectiva Días
1959-1960	190	26.30	143
1960-1961	173	25.60	129
1961-1962	183	25.68	136
1962-1963	176	22.73	136
1963-1964	192	31.31	134
1964-1965	202	39.01	124
1965-1966	201	40.42	121
1966-1967*	187*	26.89*	137*
1967-1968	183	28.47	130
1968-1969	180	28.63	128
1973-1974	197	30.68	135
1974-1975	182	31.84	123

* Mejor zafra en los últimos veinticuatro años.

CUADRO No. 22

INGENIO SAN CRISTOBAL, S. A.

ZAFRAS DE MENOR DURACION

D I A S

ZAFRA	Duración Días	Tiempo Perdido %	Molienda Efectiva Días
1969-1970	140	32.99	94
1970-1971	176	34.54	115
1971-1972	171	33.38	113
1972-1973	211	43.64	120
1975-1976	160	40.32	96
1976-1977	152	38.25	93
1977-1978	168	40.84	99
1978-1979	164	32.08	104
1979-1980	185	45.29	96
1980-1981	165	52.31 ^{**}	78
1981-1982 [*]	120 [*]	41.01 [*]	70 [*]
1982-1983	139	29.10	99

* Zafra más corta en los últimos veinticuatro años.

** Tiempos perdidos más altos en los últimos veinticuatro años.

CUADRO No. 23

INTEGRACION DE SUPERFICIES, ESTIMADO DE PRODUCCION DE CAMPO, PROYECCION DE LA CAPACIDAD DE MOLIENDA, RENDIMIENTOS Y TIEMPO PERDIDO.
INGENIO SAN CRISTORAL, VER.

ZAFRA	Duración Zafra Días	SUPERFICIE HECTAREAS				CAPACIDAD MOLIENDA			MOLIENDA Total Ton.	AZUCAR Tabe Ton.	RENDIMIENTO		TIEMPO Perdido "
		Cultivo	Cosechable	Ampliación	Reposición	Instalada TCD	Aprovechable TCD	Utilizada TCD			Campo Ton/ha.	Fábrica %	
1982-1983	117	40 346	32 346	2 635	3 656	26 600	18 540	11 495	1 678 496	107 424	56.63	6.40	35.0
1983-1984	167	41 737	35 951	4 343	4 394	20 600	18 952	11 940	1 996 930	131 336	59.25	6.61	37.0
1984-1985	170	43 364	37 573	1 391	4 159	20 600	19 364	12 393	2 096 877	167 960	59.73	6.01	36.0
1985-1986	173	45 116	39 130	1 626	4 034	20 600	19 776	12 854	2 018 366	184 346	60.29	5.31	35.0
1986-1987	176	46 710	40 924	1 751	4 191	20 600	20 155	13 324	2 314 916	200 490	61.16	8.55	34.0
1987-1988	173	46 696	40 910	1 594	5 786	20 600	20 600	13 802	2 383 405	210 455	62.16	8.53	33.0
1988-1989	173	46 372	40 486	0	5 786	20 600	20 600	13 802	2 351 340	218 131	62.76	9.16	33.0
1989-1990	172	45 953	40 367	0	5 786	20 600	20 600	13 802	2 365 703	221 430	62.55	9.36	33.0
1990-1991	171	45 714	39 923	0	5 786	20 600	20 600	13 802	2 352 058	220 153	62.87	9.36	33.0
1991-1992	170	45 535	39 749	0	5 786	20 600	20 600	13 802	2 341 825	219 195	62.89	9.36	33.0

FUENTE: Gerencia de Planeación. Subgerencia de Planeación de Campo.

CUADRO No. 24

RESUMEN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE INICIO Y FIN DE ZAFRA
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

Alternativa	Inicio y Fin de Zafra	Duración Zafra Días	TIEMPO PERDIDO %		Tiempo Perdido Global %	Días Totales Perdidos	MOLIENDA EFECTIVA		Toneladas de Caña a Procesar
			Lluvia diaria \geq 10 mm	Otros Factores			Días	TCD #.	
a)	Nov 1o - Jun 30	242	6.60	39.87	46.47	112.45	130	17 980.20	2 337 426
b)	Nov 16 - Jun 15	212	3.88	39.87	43.75	92.75	119	17 980.20	2 139 643
c)	Dic 1o - May 31	182	3.81	39.87	43.68	79.49	103	17 980.20	1 851 960
d)	Ene 1o - May 31	151	3.80	39.87	43.67*	65.94	85	17.980.20	1 528 317

* Promedio ponderado de las últimas cinco zafras

PROYECTO DE LEY DE PRESUPUESTO GENERAL DE INGRESOS DE LA REPUBLICA
ANEXO A LA LEY DE PRESUPUESTO DE 1964

Cuenta	Meses																												Total de 1964		1963		%	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	de 1964	de 1963		Presupuesto
1	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	190.0	200.0	210.0	220.0	230.0	240.0	250.0	260.0	270.0	280.0	290.0	300.0	1852.1	1753.1	173.1	1.0
2	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0	105.0	110.0	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	1212.3	1151.3	112.3	7.6
3	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.5	21.0	22.5	24.0	25.5	27.0	28.5	30.0	31.5	33.0	34.5	36.0	37.5	39.0	40.5	42.0	43.5	45.0	427.6	411.6	41.6	11.3
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	1852.1	1753.1	173.1	1.0																														
Presupuesto	1852.1	1753.1	173.1	1.0																														
Realizado	1753.1	173.1	1.0	0.0																														
%	100.0	96.3	9.7	0.0																														

NOTA: Se incluyen en la categoría de Prerrogativas y Suministros Agrupados, C-14

ESTADISTICA: San Pedro de Macoris, San Pedro de Macoris, San Pedro de Macoris.

PROYECTO: ANEXO A LA LEY DE PRESUPUESTO DE 1964.

FECHA: 1964-11-15.

ELABORADO: 1964-11-15.

PRODUCTIVIDAD DE LA SIEMBRA DE CEBADA Y DE MAÍZ DEL MES DE SEPTIEMBRE
DEPARTAMENTO DE PESQUERA Y FERIA

Día	Días																														Total de Siembras	SIEMBRA DE CEBADA		F	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		Producción	Cuota		
1	36.0	5.5	16.5	40.7	30.0	26.4	13.0	20.0	20.0	25.5	19.5	14.5	20.0	34.5	3.0	1.0	21.0	36.5	20.5	12.5	25.5	20.0	15.0	43.4	20.0	15.0	13.0	0.1	41.5	56.3	1 025.3	22.9	37.1	3.4	
2	5.0	1.0	21.0	25.0	11.0	15.5	13.7	20.0	18.0	20.0	17.0	22.0	20.1	5.0	1.5	0.1	20.5	5.3	21.0	17.0	11.1	15.5	3.5	20.3	10.1	3.3	1.5	2.0	10.0	10.0	425.1	17.4	25.3	6.0	
3	0.5	0.5	17.4	9.9	11.0	5.0	29.7	20.7	5.7	20.7	27.5	20.7	19.5	1.7	0.0	0.1	13.6	2.0	0.1	5.5	13.7	0.3	12.0	0.5	0.1	0.9	1.9	10.0	0.5	121.6	11.2	06.5	00.3		
4	0.4	0	7.0	6.0	5.1	7.4	11.0	11.0	1.0	1.5	10.1	11.4	3.2	2.0	0	0	0.9	1.0	1.1	2.5	9.9	0.0	0.9	0.9	5.0	0.1	0	1.1	1.5	5.4	154.7	5.5	27.0	13.4	
5	0	0	7.0	0.0	5.1	5.0	14.1	6.3	5.3	1.1	5.5	4.5	3.0	1.5	0	0	1.2	1.5	1.1	0.3	1.0	1.0	0	0.9	0.0	0	0	0.7	1.7	1.7	105.1	3.9	22.7	11.3	
6	0	0	1.7	3.0	3.7	5.0	13.0	1.5	1.0	0.9	7.1	2.0	2.5	1.0	0	0	2.0	0.9	1.0	0	1.0	1.1	0	1.0	0	0	0	0.1	2.1	3.5	12.1	2.3	10.0	25.7	
7	0	0	2.0	2.0	3.1	3.4	7.7	3.3	1.1	0	2.1	2.0	0.0	1.2	0	0	1.9	0.3	0.3	0	0.9	1.5	0	3.3	0	0	0	0	1.5	3.1	11.3	1.9	20.5	10.1	
8	0	0	1.3	1.9	3.0	1.8	2.7	1.0	0.0	0	1.0	1.0	1.7	0.0	0	0	1.6	0	0.3	0	0.3	0.3	0	1.0	0	0	0	0	0.5	1.3	23.1	0.9	05.1	27.6	
9	0	0	0.3	1.3	2.5	0.0	3.2	0.4	0.5	0	1.4	0	0.0	0.5	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	0	0	0.2	0.6	13.0	0.5	02.9	31.0	
10	0	0	0	0.3	1.7	0	0.3	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0	0	0	0	0.3	0.4	5.9	0.3	01.1	24.5	
11	0	0	0	0.0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	1.9	0	0	37.0	
12	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.3	0	0	11.1	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	10.0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.1	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.7	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.1	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05.5
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00.0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71.4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.9
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.3
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01.0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01.0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	06.2
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.7
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00.0
TOTAL	100.0	5.0	104.1	130.1	72.3	35.8	216.7	142.0	66.0	205.7	175.1	109.0	60.0	27.0	3.0	1.9	427.0	11.1	115.0	31.0	71.7	60.0	19.0	640.3	15.0	20.1	26.3	11.1	915.9	64.1	2 870.3	11.7			
SIEMBRA DE MAÍZ (kg/ha)	20.0	0	20.1	22.7	66.3	21.9	127.0	144.7	20.0	120.2	117.6	60.0	07.0	20.3	0	0	207.1	31.0	60.1	20.5	20.0	19.0	15.0	610.0	20.1	13.0	13.0	0	77.7	67.0	2 043.0	66.0			
SIEMBRA DE CEBADA (kg/ha)	1	0	3	0	3	0	0	0	3	3	1	2	3	1	0	0	3	1	2	2	2	3	1	2	0	7	1	0	0	0	0	0	0	2.23	
PRODUCCIÓN (kg/ha)	3.1	0	24.3	6.7	20.3	20.3	20.7	12.0	6.9	14.2	13.0	15.0	10.3	3.4	0	0	106.3	3.4	0.9	0.9	10.3	10.3	3.4	10.3	0.9	3.4	3.4	0	0	0	0	0	0	0	

OPR: Cálculos en la Subgerencia de Producción y Generación Agrícola, OPR.
 OFICINA: Encuentros, Sur.
 PUESTO: 1000, Subgerencia de Producción.
 1000-100
 1000-100

REPUBLICA DE LA GUAYANA FRANCESA DE NOROCCIDENTE DEL NOROCCIDENTE DEL NOROCCIDENTE
 MINISTERIO DE PLANIFICACION Y ECONOMIA

Mes	Año																											Total de 1972	1972 actual		%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		28	29		30	Total de 1972	Presupuesto
1	62.0	34.3	48.0	36.0	45.2	42.0	40.0	38.0	36.5	41.0	33.0	39.0	46.2	30.2	0.0	61.1	13.0	41.1	51.0	43.2	42.0	75.0	3.7	41.0	40.0	1.5	0.4	2.9	20.0	30.4	856.3	31.0	31.0	3.0
2	10.2	25.0	30.0	42.2	33.1	11.5	13.0	15.4	14.5	20.0	29.0	13.0	1.2	8.2	7.0	3.0	16.0	20.1	30.0	9.0	20.2	12.0	3.5	16.7	9.5	0	1.5	12.8	11.2	150.7	17.0	18.0	7.1	
3	14.5	0.0	15.0	26.2	8.1	5.2	14.1	12.1	11.0	11.0	14.2	0.7	3.0	7.2	0.0	2.0	9.4	0.2	2.2	5.0	5.1	12.7	2.4	10.1	5.2	0	0.0	10.0	100.0	272.0	10.0	10.0	10.2	
4	0	0.1	16.7	26.0	6.2	1.4	11.5	11.1	8.0	10.0	2.2	2.2	2.2	1.0	1.2	0.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.2	2.2	2.0	15.8	1.0	0	0.1	5.5	10.0	102.0	5.0	6.1	14.2	
5	0	0	12.1	17.7	4.0	2.1	9.0	9.2	4.0	7.0	1.2	3.0	3.2	1.2	0	3.0	2.0	0.2	1.0	2.2	2.5	2.2	10.0	0	0	0	0	1.7	9.2	116.4	1.4	10.0	12.0	
6	0	0	3.0	7.1	3.2	1.2	9.0	7.1	5.2	0	3.0	0	1.5	3.0	0	0	0.1	0.2	0	0	1.1	2.0	2.2	0	0	0	0	3.0	4.2	50.0	0.1	2.0	16.4	
7	0	0	2.5	6.0	3.1	1.2	7.7	1.0	2.0	0	2.1	0	1.4	0	0	1.0	0	0	0	1.1	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0.5	30.0	1.1	2.1	22.0	25.0	
8	0	0	1.0	5.0	2.0	0.0	7.2	2.2	2.0	0	2.2	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0	0.4	1.5	1.7	0	0	0	0	1.2	25.7	1.1	2.1	20.0	10.0	
9	0	0	0.0	1.2	1.0	0	2.1	1.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	10.0	0.1	2.1	25.0	25.0		
10	0	0	0	0	0	0	2.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0.2	2.1	25.0	25.0		
11	0	0	0	0	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.0	0	14.0	14.0		
12	0	0	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	94.0	72.0	112.2	201.2	89.2	40.2	131.0	92.0	74.0	92.0	112.2	79.0	12.0	60.0	10.0	11.2	79.0	12.0	60.0	25.1	112.0	112.0	12.2	91.0	27.0	1.5	0.4	1.0	14.1	74.0	2 041.2	72.1	72.1	27.1
UPTA (Presupuesto)	94.0	72.1	103.7	130.0	64.0	22.2	70.0	67.2	54.0	67.1	75.2	62.0	10.2	30.2	0	11.0	44.0	10.0	15.1	79.2	102.7	0	35.2	18.0	0	0	0	22.2	62.2	2 320.7	57.2	57.2	10.2	
OTROS (Presupuesto)	0	0	8.5	71.2	25.2	18.0	11.0	24.8	16.8	25.0	37.0	17.0	1.8	30.0	0	0	2.0	1.0	0	2.1	2.0	10.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RENTAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

UPTA: Cálculos de la Subgerencia de Evaluación y Desarrollo Agrícola. 0010
 BUDGET: Estimaciones, etc.
 PRED: etc. Subcomisión de Estadística.
 etc. etc.
 etc. etc.

PROCESAMIENTO DE LA CUENTA GENERAL DE GASTOS DE LOS EJERCICIOS DE 1960 Y DE 1961
 CARGANDO EN 1962 DE 1960

Cuenta de gastos	Meses																												Total de 1962	1962 (Carga)		Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30		31	Promedio	Porcentaje
1	28.7	44.5	27.0	66.0	86.7	33.6	60.0	43.0	64.5	43.3	55.3	66.0	70.5	65.0	77.1	36.0	117.1	65.0	63.7	11.1	88.3	70.7	24.0	66.5	80.0	28.6	64.5	87.0	60.1	1 280.3	63.0	63.0	3.0		
2	20.0	26.4	28.0	46.0	11.0	25.0	17.5	20.1	13.0	46.0	46.0	26.0	26.0	22.0	70.1	24.1	111.7	50.1	60.0	25.0	62.3	80.0	12.0	61.4	20.1	26.1	71.1	64.0	80.7	26.0	1 280.3	63.0	60.1	2.9	
3	11.0	26.0	15.1	21.4	16.5	20.0	6.1	9.4	16.3	7.0	17.1	24.1	26.1	20.1	18.0	70.0	11.7	15.0	20.0	14.7	25.0	20.0	20.0	12.0	11.0	1.0	25.0	16.0	20.0	20.1	1 280.3	63.0	16.1	0.5	
4	16.0	1.0	10.0	19.0	1.3	10.1	1.4	7.0	10.0	4.1	15.7	20.0	11.6	13.1	13.0	20.0	13.0	14.0	20.0	21.0	20.0	17.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	1 280.3	63.0	14.0	1.0
5	16.0	6.7	6.7	16.0	1.6	4.6	2.0	5.3	7.0	1.0	11.0	25.1	11.0	9.3	13.0	15.1	20.7	27.3	20.0	20.1	21.0	22.0	18.0	27.0	25.0	20.0	20.1	23.4	26.0	20.1	1 280.3	63.0	10.7	1.7	
6	13.7	3.0	6.3	7.0	1.0	3.3	1.0	5.3	6.6	1.4	12.0	13.0	16.0	1.0	12.7	13.0	20.4	20.6	20.0	20.0	20.0	20.0	16.4	20.0	25.0	18.0	20.0	20.1	20.0	20.0	1 280.3	63.0	20.7	0.7	
7	11.0	2.4	1.0	1.0	1.0	0	1.7	7.3	1.6	0.1	11.3	5.3	3.0	1.0	11.0	13.5	20.0	8.3	20.1	13.0	20.0	17.0	13.0	20.0	11.7	12.0	20.0	20.0	20.0	20.0	1 280.3	63.0	11.7	0.4	
8	1.0	1.5	1.3	1.3	0	0	1.0	1.0	0.9	0	7.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.3	20.0	7.0	20.0	12.0	11.1	12.3	10.0	11.0	14.7	20.0	19.0	20.0	20.0	20.0	1 280.3	63.0	1.0	0.0	
9	0	0	0	1.1	0	0	0	0.0	0	0	6.1	1.0	1.0	0	6.5	1.0	20.3	1.7	12.1	20.0	10.5	11.0	9.7	11.0	20.0	14.6	17.0	16.7	20.0	17.0	207.7	0.2	12.0	0.0	
10	0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.0	4.5	0	5.0	5.7	15.0	2.3	20.0	20.0	3.0	11.1	7.7	13.3	19.3	6.0	12.7	12.5	19.3	12.0	208.0	7.9	120.5	26.5	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	1.0	0.6	0	1.0	1.0	0.0	2.1	14.3	10.0	5.1	7.0	7.3	12.3	17.3	7.0	13.7	12.0	11.5	12.0	165.3	6.0	145.3	27.0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0	0.6	0	3.0	6.7	5.0	3.6	15.7	11.4	3.7	3.3	1.2	20.0	9.3	7.0	16.2	9.0	9.3	12.0	150.3	6.4	149.0	11.1	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	0.1	1.0	1.3	11.7	10.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	97.0	9.1	253.3	11.0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.7	7.7	77.7	17.1	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	0	1.0	0.2	3.7	1.0	0.0	1.2	0	3.4	0.0	0.3	1.3	6.0	7.4	15.3	1.4	277.3	31.7		
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	160.3	177.0	111.0	171.9	121.0	119.0	70.7	97.0	100.7	71.0	221.1	127.0	121.2	171.2	150.2	120.1	229.4	111.1	103.0	113.0	112.0	107.0	112.0	107.0	107.0	125.0	126.0	127.7	120.7	164.3	2 280.3	280.0			
TOTAL CON CARGOS DE 1960	3	3	1	3	1	1	2	1	1	1	7	6	1	7	10	6	13	12	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
RECAPITULADO	163.3	180.3	112.0	174.9	122.0	120.0	72.7	98.0	101.7	72.0	228.1	133.0	122.2	178.2	160.2	121.1	236.4	112.1	106.0	115.0	113.0	108.0	112.0	108.0	108.0	126.0	127.0	128.7	121.7	164.3	2 290.3	290.0			

Nota: Cuentas de los Suplementos de Ingresos y Gastos de Ingresos. 1961.
 En 1962: Apuntes, Pape.
 Nota: Cuentas de los Suplementos de Ingresos y Gastos de Ingresos. 1961.
 Nota: Cuentas de los Suplementos de Ingresos y Gastos de Ingresos. 1961.

CUADRO No. 31

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO PARA LA CAÑA DE AZUCAR
 ZONA: INGENIO SAN CRISTOBAL REGION HIDROLOGICA: 28 (PAPALOAPAN) ESTADO: VERACRUZ.

M E S	P	T°C	$\frac{(t+17.8)}{21.8}$	f	Kc	UC cm	Lluvia aprovechable 7.5 ^o cm	Evaporación media cm	UC - LLa cm	Eficiencia del temporal %
Enero	7.83	22.1	1.833	14.352	0.53	7.606	2.25 *	-	5.356	
Febrero	7.30	23.0	1.877	13.702	0.54	7.399	1.48 *	-	5.919	$LLa = \frac{Lla - Llc}{UC} \times 100$
Marzo	8.42	25.5	1.989	16.747	0.60	10.048	1.51 *	-	8.538	
Abril	8.50	28.2	2.113	17.960	0.71	12.752	0.55 *	-	12.202	
Mayo	9.09	29.4	2.168	19.707	0.86	16.948	3.89 *	-	13.058	$LLa = \frac{102.25 - 1.233}{166.301} \times 100$
Junio	8.92	29.1	2.155	19.223	1.02	19.607	16.37	-	3.237	
Julio	9.16	27.9	2.099	19.227	1.09	20.957	19.09	-	1.867	
Agosto	8.90	28.2	2.113	18.806	1.07	20.122	15.65	-	4.472	
Septiembre	8.27	27.6	2.086	17.251	0.98	16.936	15.96	-	0.946	$LLa = \frac{101.017}{166.301} \times 100$
Octubre	8.21	26.4	2.030	16.666	0.86	14.337	15.57	-	- 1.233	
Noviembre	7.66	24.3	1.934	14.814	0.73	10.814	6.13 *	-	4.684	
Diciembre	7.74	22.8	1.865	14.435	0.61	8.805	3.80 *	-	5.005	$LLa = 60.7$
SUMA		26.2				166.301	102.25	-	65.284	
LLUVIA EXCEDENTE									- 1.233	
LLUVIA APROVECHADA										60.7%

Estación: San Pedro Amatlán, Ver.
 * Período seco.

Latitud: 18°27' N Longitud: 95°45' W
 Período de observación: 1954-1979.

Altitud: 5 mans.

NOTA: Calculada en la CNIA. Gerencia de Planeación.
 FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 32

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO PARA LA CAÑA DE AZUCAR
 ZONA: INGENIO SAN CRISTOBAL REGION HIDROLOGICA: 28 (PAPALOAPAN) ESTADO: VERACRUZ

M E S	P	T°C	$\frac{(t + 17.3)}{21.3}$	f	Kc	UC cm	Lluvia aprovechable 75% cm	Evaporación media cm	UC - LLa cm	Eficiencia del temporal %
Enero	7.83	22.1	1.833	14.352	0.53	7.606	2.21 *	8.88	5.396	
Febrero	7.30	23.1	1.679	13.717	0.54	7.407	1.46 *	10.69	5.947	$LLa = \frac{LLa - LLe}{UC} \times 100$
Marzo	8.42	25.5	1.989	16.747	0.60	10.043	1.80 *	15.56	8.248	
Abril	8.50	27.8	2.095	17.807	0.71	12.643	0.73 *	18.93	11.913	
Mayo	9.09	29.2	2.159	19.625	0.86	16.877	2.77 *	20.39	14.107	$LLa = \frac{104.44 - 6.274}{165.504} \times 100$
Junio	8.92	28.8	2.141	19.098	1.02	19.350	13.00	18.14	6.480	
Julio	9.16	27.4	2.076	19.016	1.09	20.727	20.16	14.80	0.567	
Agosto	8.90	27.9	2.099	18.681	1.07	19.989	15.82	15.36	4.169	
Septiembre	8.27	27.4	2.076	17.168	0.98	16.825	21.65	14.32	- 4.825	$LLa = \frac{98.166}{165.504} \times 100$
Octubre	8.21	26.1	1.017	16.559	0.86	14.241	15.69	13.26	- 1.449	
Noviembre	7.66	24.4	1.938	14.845	0.73	10.837	6.20 *	10.51	4.637	
Diciembre	7.74	22.9	1.869	14.466	0.61	8.823	2.95 *	9.51	5.874	$LLa = 59.3$
SUMA		26.0				165.504	104.44	170.35	67.338	
LLUVIA EXCEDENTE									- 6.274	59.3%
LLUVIA APROVECHADA									61.064	

Estación: Cosamaloapan, Ver.
 * Período seco.

Latitud: 18°22' N Longitud: 95°48' W
 Período de observación: 1948-1978.

Altitud: 6 msnm.

NOTA: Calculado en la CNIA. Garantía de Planeación.
 FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 33

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO PARA LA CAÑA DE AZUCAR
 ZONA: INGENIO SAN CRISTOBAL REGION HIDROLOGICA: 25 (PAPALOAPAN) ESTADO: VERACRUZ

M E S	P	T°C	$\frac{(t+17.5)}{21.5}$	f	Kc	UC cm	Lluvia aprovechable 75% cm	Evaporación media cm	UC - LLa cm	Eficiencia del temporal %
Enero	7.83	21.5	1.805	14.133	0.53	7.490	1.26 *	8.32	6.230	$LLa = \frac{LLa - LLe}{UC} \times 100$
Febrero	7.30	22.6	1.856	13.549	0.54	7.316	1.42 *	8.94	5.896	
Marzo	8.42	24.9	1.961	16.512	0.60	9.907	1.71 *	15.09	8.197	
Abril	8.50	27.6	2.036	17.731	0.71	12.589	0.62 *	16.93	11.969	$LLa = \frac{109.66 - 6.479}{163.132} \times 100$
Mayo	9.09	23.7	2.136	19.416	0.86	16.698	3.22 *	18.67	13.478	
Junio	8.92	27.9	2.099	18.723	1.02	19.097	19.34	15.22	- 0.243	
Julio	9.16	26.7	2.044	18.723	1.09	20.408	22.72	15.17	- 2.312	$LLa = \frac{103.181}{163.132} \times 100$
Agosto	8.90	27.1	2.063	18.361	1.07	19.646	19.08	14.84	0.566	
Septiembre	8.27	26.8	2.049	16.945	0.98	16.606	20.53	13.27	- 3.924	
Octubre	8.21	25.5	1.959	16.330	0.86	14.044	11.25	10.43	2.794	LLa = 63.3
Noviembre	7.66	23.7	1.906	14.600	0.73	10.658	5.44 *	8.33	5.218	
Diciembre	7.74	22.2	1.837	14.218	0.61	8.673	3.07 *	7.54	5.603	
SUMA		25.4				163.132	109.66	152.75	59.951	63.3%
LLUVIA EXCEDENTE									- 6.479	
LLUVIA APROVECHADA									53.472	

Estación: Navillero, Ver.

Latitud: 18°16' N

Longitud: 97°57' W

Altitud: 8 msnm.

* Período seco.

Período de observación: 1954-1981.

NOTA: Cálculo en la CNIA. Gerencia de Planeación.
 FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 34

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
CALCULO DEL CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE

KLM.	CONCEPTO	M		E		S		r		S		MEDIA ANUAL		
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.		Nov.	Dic.
1	T (°C)	22.1	23.0	25.5	28.2	29.4	29.1	27.9	28.2	27.6	26.4	24.3	22.8	26.2
2	P (cm)	3.70	3.17	2.57	1.71	5.04	20.37	26.41	19.86	28.33	21.72	9.07	5.09	147.64
3	i	9.49	10.05	11.79	13.72	14.62	14.39	13.50	13.72	13.28	12.42	10.95	9.95	1 = 147.91
4	EP' (cm)	6.93	8.09	11.81	17.09	19.91	19.17	16.43	17.09	15.79	13.41	9.89	7.82	
5	F	0.96	0.90	1.03	1.05	1.12	1.10	1.13	1.10	1.02	1.00	0.94	0.95	
6	EP (cm)	6.70	7.25	12.16	17.94	22.30	21.09	18.57	18.80	16.11	13.41	9.30	7.43	EP _a = 171.09
7	HHS (cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	1.06	1.10	- 8.31	- 0.37	- 1.32	
8	HA (cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	8.90	10.00	1.69	1.32	0.00	
9	s (cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.12	0.00	0.00	0.00	S _a = 11.12
10	EPR (cm)	3.70	3.17	2.57	1.71	5.04	20.37	18.57	18.80	16.11	13.41	9.30	6.41	
11	d (cm)	3.00	4.11	9.59	16.23	17.26	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	d _a = 51.93

$$12) i_h = \frac{100 \times S_a}{EP_a} = \frac{100 \times 11.12}{171.09} = 6.5\%$$

$$14) i_m = i_h - 0.6 i_d = 6.50 - 0.6 (30.4) = 6.50 - 18.24 = - 11.7\%$$

$$13) i_a = \frac{100 \times d_a}{EP_a} = \frac{100 \times 51.93}{171.09} = 30.4\%$$

$$15) s = \frac{100 \times EP_n}{EP_a} = \frac{100 (61.33)}{171.09} = 35.9\%$$

Estación: San Pedro Amatitlán, Ver.
 Latitud: 18°27'
 Longitud: 95°45'
 Altitud: 5 m
 Período de observación: 1954-1979

FORMULA DEL CLIMA: C₁d A'_a

Semiárido, pequeña o nula humedad de agua, cálido, con concentración de calor normal en el verano.

NOTA: Calculado en la CNIA. Gerencia de Planeación.
 FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 35

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
CALCULO DEL CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTWHAITE

NUM.	CONCEPTO	H			E			S			E			MEDIA ANUAL
		Eno.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
1	T (°C)	22.1	23.1	25.5	27.8	29.2	25.8	27.4	27.9	27.4	26.1	24.4	22.9	26.0
2	P (cm)	3.51	3.66	2.62	2.00	4.09	17.51	28.77	21.09	30.19	20.92	8.13	3.94	146.43
3	i	9.49	10.15	11.78	13.43	14.47	13.47	13.14	13.50	13.14	12.21	11.02	10.01	1 = 146.51
4	EP° (cm)	7.00	8.20	11.70	15.95	19.03	18.11	15.14	16.16	15.14	12.72	9.99	7.95	
5	F	0.96	0.90	1.03	1.05	1.12	1.10	1.13	1.10	1.02	1.00	0.94	0.95	
6	EP (cm)	6.72	7.35	12.05	16.75	21.31	19.92	17.11	17.78	15.44	12.72	9.39	7.55	EP _a = 164.12
7	MHS (cm)	- 3.21	- 1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	- 1.26	- 3.61	
8	HA (cm)	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.74	5.13	
9	a (cm)	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	3.31	14.75	8.20	0.00	0.00	S _a = 29.72
10	EPR (cm)	6.72	5.58	2.62	2.00	4.09	17.51	17.11	17.78	15.44	12.72	9.39	7.55	
11	d (cm)	0.00	1.50	9.43	14.75	17.22	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	d _a = 45.61

$$12) I_h = \frac{100 \times S_a}{EP_a} = \frac{100 \times 29.72}{164.12} = 18.11\%$$

$$14) I_m = I_h - 0.6 I_a = 18.11 - 0.6 (27.79) = 18.11 - 16.674 = 1.44\%$$

$$13) I_a = \frac{100 \times d_a}{EP_a} = \frac{100 \times 45.61}{164.12} = 27.79\%$$

$$15) S = \frac{100 \sum EP_n}{EP_a} = \frac{100 (57.98)}{164.12} = 35.33\%$$

Estación: Cosamaloapan, Ver.
Latitud: 18.22' N
Longitud: 95°43' W
Altitud: 6 msn.
Período de observación: 1948-1978.

FORMULA DEL CLIMA: C₂s A' a'

Semihúmedo, moderada deficiencia de agua estival, cálido con concentración de calor en el verano.

NOTA: Calculado en la CNIA. Gerencia de Planeación.
FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 36

INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.
CALCULO DEL CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE.

NUM.	CONCEPTO	H		E		S		E		S		MEDIA ANUAL		
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.		Nov.	Dic.
1	T (°C)	21.5	22.6	24.9	27.6	28.7	27.9	26.7	27.1	26.8	25.5	23.7	22.2	25.4
2	P (cm)	2.71	2.49	2.21	2.06	5.15	25.95	32.48	28.07	29.20	17.08	7.25	4.94	159.59
3	I	9.10	9.81	11.36	13.28	14.09	13.50	12.63	12.92	12.70	11.78	10.55	9.55	I = 141.27
4	EP' (cm)	6.63	7.84	10.89	15.43	17.61	16.00	13.79	14.50	13.97	11.80	9.21	7.38	
5	F	0.96	0.90	1.03	1.05	1.12	1.10	1.13	1.10	1.02	1.00	0.94	0.95	
6	EP (cm)	6.36	7.06	11.22	16.20	19.72	17.60	15.58	15.95	14.25	11.80	8.66	7.01	EP _a = 151.41
7	NHS (cm)	-3.65	-2.57	0.00	0.00	0.00	3.35	1.65	0.00	0.00	0.00	-1.41	-2.07	
8	HA (cm)	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	3.35	10.00	10.00	10.00	10.00	5.59	6.52	
9	a (cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.25	12.12	14.95	5.28	0.00	0.00	S _a = 47.60
10	EPR (cm)	6.36	5.36	2.21	2.06	5.15	17.60	15.58	15.95	14.25	11.80	8.66	7.01	
11	d (cm)	0.00	1.70	9.01	14.14	14.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	d _a = 39.42

$$12) I_h = \frac{100 \times S_a}{EP_a} = \frac{100 \times 47.6}{151.41} = 31.4\%$$

$$14) I_m = I_h - 0.6I_a = 31.4 - 0.6(26.0) = 31.4 - 15.6 = 15.8\%$$

$$13) I_a = \frac{100 \times J_a}{EP_a} = \frac{100 \times 19.42}{151.41} = 26.0\%$$

$$15) S = \frac{100 \times EP_n}{EP_a} = \frac{100(51.52)}{151.41} = 35.35\%$$

Estación: Novillero, Ver.
 Latitud: 18°16'
 Longitud: 97°57'
 Altitud: 8 m
 Período: 1954-1981

FORMULA DEL CLIMA: C₂ A' A'

Semiárido, moderada deficiencia de agua estival, cálido, con concentración de calor en el verano.

NOTA: Calculado en la CNIA. Gerencia de Planeación.
 FUENTE: SARH. Subdirección de Hidrología.

CUADRO No. 37
 CENSO DE VARIEDADES DE CAÑA CULTIVADA EN EL
 INGENIO: SAN CRISTOBAL, VER.

VARIEDADES	Z A F R A S								
	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82
CO-213	50.76	46.16	48.84	49.07	49.03	48.93	45.65	42.70	41.52
NCO-310	19.43	18.38	17.86	17.42	17.08	15.40	13.91	15.70	13.71
ITAV-MEX-57-197	15.10	15.04	13.53	11.32	11.11	8.77	7.92	2.94	0.78
B-43-62	5.50	6.83	6.61	6.67	6.58	7.41	0.01	5.53	3.28
PPQK	2.90	2.50	2.51	2.60	2.56	-	2.83	1.66	1.81
H-44-3098	2.37	2.75	3.21	3.38	3.52	5.54	5.01	-	7.47
MEX-55-261	0.46	1.77	2.27	3.19	3.31	8.00	7.22	-	4.15
CO-421	0.72	1.05	1.02	1.19	1.17	1.25	1.13	0.83	0.83
MEX-57-473	0.38	2.43	0.69	0.89	1.07	1.80	1.62	-	5.08
OTRAS	2.38	3.09	3.46	4.27	4.57	2.90	5.15	8.30	15.38
ITAV-60-1329								6.68	
MEX-56-18								4.71	
MEX-70-421							2.85		
MEX-52-17							6.70	7.87	
MEX-57-1285								3.08	
SMA %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SUP. HA.	-	-	-	-	41,705.50	31,495.00	34,871.65	27,171.90	29,722.0

FUENTE: IMPA

CUADRO No. 38
RELACION DE VARIEDADES PROMETEDORAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CAMPO
EXPERIMENTAL "LA GRANJA"

DATOS PARA
INGENIO SAN CRISTOBAL, VER.

V A R I E D A D	RENDIMIENTO DE CAMPO TON/HA.		REACCION AL	
	PLANTILLA	SOCA	CARBÓN	ROYA
CO-997	116 a 119	90 a 90	R	R
ITAV-66-339	110 a 116	94 a 75	MR	R
MEX-64-1214	128	95 a 92	R	T
MEX-68-200	123 a 121	94 a 85	R	R
MEX-69-257	171 a 109	105 a 86	R	R
COMERCIALES				
MEX-56-18	119	87	MR	R
MEX-57-473	130	82	R	R
MEX-59-32	130	84	R	R
ITAVMEX-57-197	126	110	AS	R
NCO-310	63	109	AS	R

FUENTE: IMPA. Informe Técnico 1980.

R= resistente
MR= muy resistente
AS= altamente susceptible
T= tolerante

CUADRO No. 39

COMPORTAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LAS VARIETADES EN ESTUDIO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL "LA GRANJA, VER."

CICLO PLANTILLA

VARIETA D	REND. TON/HA	% SACAROSA EN CAÑA	EDAD MESES COSECHA	TIPO DE MADURACION
H-44-3098	173.0	13.14	13-17	MED-TARD.
MEX-60-627	140.0	12.61	12-17	TEMP-MED.
MEX-58-326	137.0	12.73	12-16	TEMP-MED.
ITAVMEX-57-197*	134.0	13.19	13-17	MED-TARD.
MEX-58-682	132.0	12.57	14-17	MED-TARD.
MEX-60-471	132.0	12.89	13-17	MED-TARD.
MEX-57-473*	126.0	14.09	11-16	TEMP-MED.
MEX-56-18*	125.0	13.91	12-16	TEMP-MED.
ITAV-60-1329	123.0	12.79	12-17	TEMP-MED.
MEX-59-641	118.0	12.91	13-16	MEDIA
MEX-59-32	116.0	13.27	13-17	MEDIA
MEX-59-89	113.0	13.49	12-17	TEMP-MED.
CO-997	110.0	13.89	12-16	TEMPRANA
MEX-60-207	100.0	13.84	12-17	TEMP-MED.
MEX-57-747	96.0	12.98	11-15	TEMPRANA

FUENTE: IMPA. - Informe técnico 1974.

* testigo

B I B L I O G R A F I A

AZUCAR, S. A. de C. V. Estadísticas Azucareras, 1969, 71, 73, 74, 77, 78, 80, 81, 82 y 83. México, 1983.

BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR. Revista Comercio Exterior. Volumen 33, No. 10, octubre. México, 1983.

CAMARGO, P. N. Fisiología de la Caña de Azúcar. IMPA, folleto No. 6. Serie Divulgación Técnica. Traducción del Dr: Ortiz, V. B. México, 1976.

CASTILLA PEREZ, OSCAR. Determinación Práctica del Uso Consuntivo. SARH en Revista de Ingeniería Hidráulica de México. Volumen XIX, No. 4, memorándum técnico No. 231. México, 1967.

CNIA, GERENCIA DE PLANEACION. Programa de Desarrollo a Mediano y Largo Plazo de la Industria Azucarera. México, 1982.

DE LA PEÑA, IDELFONSO. Uso y Manejo del Agua de Riego. SARH. Dirección General de Distritos de Riego y Drenaje. Memorándum técnico No. 387. México, 1979.

DOORENBOS, J. y W. O. PRUITT. Las Necesidades de Agua de los Cultivos. FAO, folleto de riego y drenaje, No. 24. Roma, 1976.

- GARCIA, E. Apuntes de Climatología. Talleres de Offset Larios. México, 1980.
- GARCIA, E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Talleres de Offset Larios. México, 1981.
- GARCIA, E. A. Manual de Campo en Caña de Azúcar. IMPA. México, 1973.
- GAYANDE, SAMPAT A. Física de Suelos (Principios y Aplicaciones). Limusa-Willy. México, 1972.
- I. C. P., S. A. Diagnóstico y Estudio de Potencialidad de Campo. México, 1979.
- IMPA-CNIA. Tercer Informe Técnico del IMPA. Libro No. 12. Serie Divulgación Técnica. México, 1977.
- IMPA-CNIA. Informe Técnico del IMPA. Libro No. 19. Serie Divulgación Técnica. México, 1981.
- IMPA-CNIA. Caña de Azúcar en la Región Golfo Centro. México, 1983.
- MADEREY, R. L. E. Geografía de la Atmósfera. UNAM, México, 1982.

MANUALES AZUCAREROS MEXICANOS, de 1964 a 1983. Cfa. Editora del Manual Azucarero, S. A. México, 1983.

MARTINEZ, G. A. Diseños y Análisis de Experimentos con Caña de Azúcar. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México, 1972.

SAG. DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA Y METEOROLOGIA. Compendio de Apuntes para la Formación del Personal Meteorológico de la Clase IV. Volumen 2, Climatología. México, 1976.

S. A. R. H. Atlas de Isoyetas Medias Anuales de la República Mexicana, 1931-1970. México, 1975.

S. A. R. H. Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Papaloapan. México, 1975.

SPP. DGGTENAL. Atlas Nacional del Medio Físico. México, 1980.

SIERRA, M. R. Variabilidad de la Lluvia al Sur del Paralelo 20° N en el Estado de Veracruz. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Volumen No. 2. México, 1969.

